COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MAI 1864.

PRÉSIDENCE DE M. MORIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRAULIQUE. — *Note sur le mouvement de l'eau dans les canaux; par* **M. Morin.** (Suite.)

« Pour se convaincre de la parfaite exactitude de ces raisonnements et se bien pénétrer de l'immense difficulté, ou pour mieux dire de l'impossibilité de représenter par des formules basées sur des considérations théoriques des phénomènes de ce genre, il suffit d'observer ce qui se passe sur tous les cours d'eau. Le moindre obstacle, la plus petite saillie des rives, la seule présence d'un fétu de bois flottant, suffisent pour déterminer des mouvements gyratoires, variés, instables, qui tous ne peuvent se produire sans consommer une certaine partie du travail moteur développé par la gravité le long de la pente du lit.

» Les grands fleuves, à la rencontre des ouvrages d'art appelés *épis*, que l'on construit pour garantir les rives de leur action, ou quand ils sont déviés dans leur cours par des rochers qui y forment saillie, manifestent ces effets de tourbillonnement d'une manière grandiose, et parfois funeste aux bateliers.

» A l'aval de ces obstacles, le courant dévié revient en partie sur lui-même à partir d'une grande distance, remonte le long de la rive jusqu'au

point de déviation, et, à sa rencontre avec les nappes descendantes, détermine des tourbillons d'une grande amplitude, présentant à leur centre une sorte d'entonnoir, dans lequel des embarcations légères, des hommes sont attirés, entraînés et engloutis vers le fond, comme par une sorte d'effet d'aspiration.

» J'ai connu dans ma jeunesse des officiers de pontonniers qui, ayant eu à diriger sur le Danube des convois de bateaux, s'étaient vus, au passage d'un de ces obstacles formé par un rocher, entraînés avec tout un train de bateaux dans le remous et y tourbillonnèrent pendant une journée entière sans qu'il leur ait été possible d'en sortir pour reprendre le fil du courant principal, malgré tous les efforts des équipages. Ils n'étaient parvenus à se remettre en marche qu'à l'aide d'un grand nombre de chevaux, qui les halèrent en sens contraire du remous le long de la rive à une certaine distance.

» Des effets analogues, mais rarement aussi énergiques, se produisent sans cesse sur le Rhin, et le franchissement de ces remous n'est pas une des moindres difficultés auxquelles on exerce nos pontonniers, non sans leur faire courir quelques dangers.

» Lorsque, sur les grands fleuves tels que le Rhin, l'on est obligé, pour préserver une rive de l'action plus ou moins oblique et dangereuse du courant, d'établir en amont des points à garantir des ouvrages en fascines formant vers le courant des saillies que l'on nomme *épis* ou *éperons*, ces ouvrages déterminent dans le mouvement de l'eau les effets généraux dont j'ai parlé précédemment.

» Au passage devant ces obstacles, il se forme, de l'amont à l'aval, une dénivellation nécessaire pour produire le surcroît de vitesse que le courant acquiert, et qui compense l'effet du rétrécissement occasionné par l'épi et par la contraction qu'il détermine.

» Le remous qui se produit en aval acquiert en longueur et en largeur une amplitude qui dépend principalement de la saillie de l'épi et de la vitesse du courant, et beaucoup moins de la largeur du lit. Il en est donc de même de la perte de force vive ou de travail correspondant aux tourbillons qui, à vitesses égales, se trouvent ainsi d'autant plus considérables par rapport à la section du courant en amont de l'obstacle, ou par rapport au volume d'eau écoulé, que la largeur du lit ou son rayon moyen sont plus petits.

» Par conséquent, à l'inverse, ces pertes doivent, pour une même vitesse ou pour une même saillie de l'épi, être d'autant moindres que le rayon moyen R de la section est plus grand, et l'expression de la résistance que les

parois du lit opposent au mouvement doit contenir un terme qui en fasse diminuer la valeur à mesure que le rayon moyen augmente.

» Ces effets rendus évidents par l'examen du mouvement de l'eau dans les grands fleuves se produisent à un degré bien moins sensible dans les canaux et dans les tuyaux, mais ils n'en existent pas moins et exercent une influence analogue, et c'est ce qui explique d'une part la grande influence qu'exerce la nature des parois sur la résistance qu'elles opposent au mouvement de l'eau, et de l'autre montre la nécessité d'introduire dans l'expression de cette résistance un facteur de la forme $\alpha + \frac{\beta}{R}$ qui décroît quand le rayon moyen de la section d'eau augmente.

» Les formules que feu M. Darcy et M. Bazin ont déduites de leurs longues et belles recherches expérimentales sur le mouvement de l'eau dans les tuyaux de conduite et dans les canaux sont donc à la fois rationnelles et pratiques, conformes à l'ensemble des phénomènes et aux résultats particuliers des expériences.

» Pour donner un exemple des pertes de travail qui, sur les grands fleuves, peuvent résulter des tourbillonnements et des résistances qu'éprouve leur cours, j'emprunterai les données suivantes à un Mémoire de M. Defontaine sur les travaux du Rhin (*).

» En temps d'eaux moyennes, le Rhin débite à Kehl 986 mètres cubes en 1 seconde, et reçoit plus bas des affluents considérables, tandis qu'à l'amont il y en a peu d'importants. Je fais d'ailleurs ici abstraction des uns et des autres.

» La pente du fleuve, depuis son entrée en France jusqu'à la frontière bavaroise, est de $145^{m},3$, ce qui, pour un parcours de $222^{kil},46$, correspond à une pente moyenne de $0^{m},000653$ par mètre.

» Le travail développé par la gravité sur le volume d'eau passant à Kehl est donc, pour tout son parcours sur la frontière française, égal à

$$\frac{986000^{kil} \times 145^{m},3}{75} = 1910210 \text{ chevaux de } 75^{km}.$$

» La vitesse moyenne du courant à l'extrémité du territoire français est de $1^{m},56$, et par conséquent la moitié de la force vive qu'il possède alors est

$$\frac{1}{2}\,\frac{986000^{kil}}{9,81} \times \overline{1,56}^{2} = 122264^{km},$$

(*) *Annales des Ponts et Chaussées*, 1833; 2e semestre, 1re série, t. VI.

ce qui ne représente plus que

$$\frac{122264}{75} = 1630 \text{ chevaux},$$

ou $\frac{1}{1172}$ du travail développé par la gravité.

» On voit, par cet exemple, quelle énorme influence exercent, pour la modération du mouvement des eaux, les pertes de travail occasionnées par les tourbillonnements et par la résistance des parois, et combien M. Poncelet avait raison de dire, comme je le rappelais précédemment, que ces tourbillonnements sont un des moyens que la nature emploie pour modérer la vitesse générale des courants.

» *Opinion de M. Darcy.* — Cet ingénieur, esprit juste autant qu'observateur habile et consciencieux, avait aussi reconnu et signalé l'influence de ces mouvements gyratoires et la difficulté de les soumettre à des lois régulières susceptibles d'être trouvées directement par l'analyse. Il s'exprime en effet dans ces termes, page 10 de ses *Recherches expérimentales sur le mouvement de l'eau dans les tuyaux de conduite :*

« Que l'on considère la petite couche liquide en contact avec les parois » et logées en partie dans les interstices formés par la rugosité des surfaces.

» Que l'on considère, en outre, les attractions exercées par les parois, et » l'on admettra, je crois, que les éléments de cette couche sont animés de » mouvements gyratoires comparables à ceux que l'on remarque dans les » élargissements brusques des lits des canaux, et qu'ils ne participent pas » au même degré que les autres au mouvement général de translation.

» On comprendra encore que les particules qui viennent choquer dans » leur marche les saillies dont la paroi est parsemée jettent un certain » trouble dans la translation des filets voisins.

» Or, l'un et l'autre de ces effets doivent avoir d'autant plus d'influence » que le diamètre du tuyau est plus petit. »

» Si ces considérations, dont les conclusions me paraissent un peu trop réservées, sont conformes à la nature des phénomènes qui se passent dans les tuyaux, il est évident qu'elles sont encore bien plus exactes, quand on les applique au mouvement de l'eau dans les canaux et dans les rivières dont les parois offrent des aspérités beaucoup plus sensibles.

» *Opinion de M. Navier.* — Cet illustre ingénieur, qui n'était pas seulement un savant géomètre, avait, dès ses premiers travaux, exprimé, dans son Mémoire presque exclusivement analytique du 18 mars 1822, l'opinion

que la résistance que les parois opposent au mouvement de l'eau devait dépendre de leur nature et de la viscosité du fluide.

» Plus tard, dans ses leçons données en 1836-37 à l'École des Ponts et Chaussées, M. Navier, sans s'expliquer sur l'influence des diverses parois, se bornait à dire que les différences numériques des formules *doivent être déterminées de manière à satisfaire* aux expériences.

» Tous les ingénieurs et tous les géomètres, qui se sont occupés de ces questions et qui ne se sont pas contentés de les étudier dans leur cabinet, mais qui ont examiné sur place les phénomènes eux-mêmes, ont donc reconnu qu'outre le mouvement général et les mouvements relatifs de transport parallèle à la direction du courant, les molécules fluides sont toujours animées de mouvements gyratoires déterminés par les aspérités des parois, par tous les corps fixes, par les herbes qu'ils rencontrent, et que ces mouvements variables ne pouvant être assujettis aux lois d'aucune théorie, l'ingénieur, qui a besoin de règles pour se guider dans la pratique de son art, était obligé de s'incliner devant ces difficultés et de se contenter de formules d'interpolation ou empiriques, représentant avec une exactitude suffisante et dans des limites acceptables les résultats de l'expérience.

» Il ne faut toutefois pas perdre de vue que dans la recherche même de ces formules, il convient de se baser non-seulement sur les données directes de l'expérience, mais encore sur l'observation générale des effets qui se produisent, afin qu'elles se trouvent à la fois d'accord avec les faits et avec la logique. »

CHIMIE. — *Sur la disparition des gaz combustibles mêlés à l'oxygène, pendant la combustion lente du phosphore;* par M. Boussingault.

« Pour doser de faibles quantités de gaz combustibles contenues dans un mélange d'oxygène et d'azote, on peut procéder par la combustion directe que l'on assure en faisant intervenir, dans certaines limites, du gaz hydrogène ou du gaz de la pile. Cette méthode ne laisse rien à désirer sous le rapport de l'exactitude; toutefois, elle a l'inconvénient d'exiger qu'on opère sur un volume considérable du mélange gazeux, sur 30 à 40 centimètres cubes, volume que l'addition des gaz auxilaires porte à 45 à 60 centimètres cubes, ce qui oblige à faire usage d'eudiomètres d'une grande capacité; et comme il s'agit d'apprécier de très-faibles changements de volumes survenus par le fait de la combustion, on conçoit que la mesure des gaz, les

déterminations des températures et des pressions doivent être faites avec une extrême précision.

» Lorsque l'oxygène domine dans le mélange gazeux, quand, par exemple, le mélange ne contient que quelques centièmes d'azote, l'analyse eudiométrique est singulièrement simplifiée par l'absorption préalable de l'oxygène. Les millièmes de gaz combustibles qui se trouvaient dans la totalité peuvent devenir des $\frac{1}{100}$, des $\frac{1}{10}$ dans le résidu d'azote, et dès lors le dosage de ces gaz n'offre plus aucune difficulté.

» On ne connaît, jusqu'à présent, que deux substances capables d'absorber rapidement et complétement l'oxygène à la température ordinaire : le pyrogallate de potasse et le phosphore.

» Le pyrogallate s'empare de l'oxygène pur, comme de l'oxygène mélangé; il n'en est pas ainsi du phosphore. Dans l'air atmosphérique, quand la température n'est pas inférieure à 9 à 10 degrés, ce corps brûle lentement en répandant des vapeurs blanches; il est alors lumineux dans l'obscurité. Cette combustion lente n'a plus lieu dans le mélange formé de 2 volumes d'oxygène, de 1 volume d'azote, et à plus forte raison dans de l'oxygène pur, la température et la pression restant les mêmes.

» Dans le cas particulier que je considère en ce moment, celui d'un mélange très-riche en oxygène et très-pauvre en gaz combustibles, on pourrait croire que l'analyse ne saurait tirer aucun parti du phosphore comme absorbant, l'élévation de la température étant naturellement interdite, puisque pendant la déflagration à laquelle une combustion vive donnerait lieu, le gaz combustible que l'on cherche à mettre en évidence serait infailliblement détruit.

» Il est possible cependant de faire absorber l'oxygène, alors même qu'il serait pur, par le phosphore à froid; c'est d'y ajouter trois à quatre fois son volume de gaz acide carbonique. Le phosphore brûle alors dans ce mélange comme il brûlerait dans l'air atmosphérique; il émet des vapeurs blanches d'acide phosphoreux, il se maintient lumineux dans l'obscurité tant qu'il reste de l'oxygène. Il est facile ensuite d'enlever par la potasse le gaz acide carbonique que l'on avait ajouté pour déterminer la combustion lente du phosphore.

» Il y a donc, pour la recherche que j'ai en vue, trois procédés distincts :

» 1° La combustion directe;

» 2° La combustion précédée de l'absorption d'une forte quantité d'oxygène par le pyrogallate;

» 3° La combustion précédée de l'absorption d'une forte quantité d'oxygène par le phosphore à froid.

» En appliquant un seul de ces procédés, on arrive à des résultats assez concordants. Quand, au contraire, on analyse le même mélange gazeux par chacun de ces trois procédés, les résultats ne s'accordent aucunement entre eux, et souvent les écarts sont considérables, ainsi que j'ai eu l'occasion de le constater en 1862.

» Dans du gaz oxygène dégagé au soleil par des branches de laurier-cerise submergées dans de l'eau chargée d'acide carbonique, la combustion directe, c'est-à-dire sans autre absorption que celle effectuée par la potasse pour enlever les dernières traces d'acide carbonique, donna 0,006 à 0,007 d'oxyde de carbone.

» Le même gaz brûlé après qu'on eut absorbé l'oxygène par le pyrogallate en donna, pour le même volume, une proportion beaucoup plus forte, ce qu'explique ce fait, que le pyrogallate, en prenant de l'oxygène, produit une certaine quantité de gaz combustible.

» Enfin, dans le même gaz brûlé dans l'eudiomètre, après qu'on eut absorbé l'oxygène par le phosphore à froid, on trouva constamment bien moins d'oxyde de carbone qu'on n'en avait trouvé par la combustion directe, et plusieurs fois il arriva qu'on n'en dosa pas du tout.

» Sous l'influence de ce dernier résultat, je fis passer sous une cloche de l'azote auquel on avait mêlé $1^{cc},6$ d'oxyde de carbone; après avoir placé dans ce mélange un bâton de phosphore, on fit arriver de l'oxygène en proportion telle, que le phosphore put brûler lentement. Après avoir fait intervenir successivement 200 centimètres cubes d'oxygène, les trois quarts de l'azote furent portés dans l'eudiomètre; on n'y trouva plus de gaz combustible.

» Ainsi, pendant la combustion lente du phosphore, l'oxyde de carbone avait disparu. Après tout, il n'y a rien là qui doive surprendre, puisque l'on sait que cette combustion donne naissance à de l'oxygène actif capable de brûler, même l'azote, d'après les expériences déjà anciennes de M. Schœnbein. Néanmoins, j'ai cru devoir étudier avec attention cette disparition d'un gaz combustible sous l'influence que je viens de signaler.

» La méthode suivie dans ces recherches consistait à introduire dans des cloches reposant sur la cuve à mercure, soit de l'air atmosphérique, soit de l'acide carbonique pur; on ajoutait ensuite à ces gaz un volume déterminé de gaz combustible, puis de l'oxygène, et, après avoir mêlé les gaz par l'agitation, on plaçait sous la cloche un petit cylindre de phosphore, libre ou

fixé à un fil de platine, après qu'on eut reconnu que ce fil n'exerçait aucune action catalytique. L'extrémité du bâton de phosphore reposait sur le mercure contenu sous la cloche, en étant constamment mouillée par une légère couche d'eau (1 à 4 centimètres cubes de ce liquide), dont la présence est indispensable quand la combustion lente doit se prolonger.

» Dans certains cas c'était le gaz combustible que l'on introduisait sous la cloche, toutes les autres dispositions restant les mêmes.

» Au commencement de chaque expérience, l'oxygène était ajouté en proportion telle, par rapport au mélange gazeux, que la combustion lente du phosphore pût avoir lieu, et on le remplaçait quand il avait disparu. Lorsque l'oxygène que l'on avait introduit en dernier lieu était absorbé, on faisait passer sous la cloche une dissolution de potasse, pour enlever les vapeurs d'acide phosphoreux et l'acide carbonique que l'on avait mis ou qui avait pu être formé. Après l'élimination de la solution alcaline, le volume du gaz restant, comparé au volume initial, faisait connaître le gaz combustible disparu pendant la combustion lente du phosphore. Dans les expériences dont je vais présenter les résultats, les volumes des gaz sont ramenés à la température de zéro degré, et à la pression de $0^{m},76$.

Expérience I.

Air atmosphérique	55,47 cc (*)	contenant	Oxygène 11,67 cc; Azote 43,84
Après l'addition d'oxyde de carbone	61,93 (**)		
CO	6,46		
Après l'absorption par le phosphore :			
Gaz	49,44 (***)		
Azote de l'air atmosphérique	43,84		
Différence	5,60		
Oxyde de carbone — ajouté	6,46		
Oxyde de carbone — disparu	0,86	pendant la combustion lente du phosphore opérée par $11^{cc},67$ d'oxygène.	

» Le cylindre de phosphore était fixé à un fil de platine. Il y avait 1 centimètre cube d'eau sous la cloche.

		Température.	Pression.
(*)	63,8 cc	15°,17	0m,69075
(**)	69,7	15,05	0,71257
(***)	54,6	15,40	0,72687

Expérience II.

Air atmosphérique	90,67 cc	contenant	Oxygène	19,01 cc
			Azote	71,66
Après addition d'oxyde de carbone	98,00			
CO	7,33			
Après l'absorption de l'oxygène	77,51			
Azote de l'air atmosphérique	71,66			
Différence	5,85			
Oxyde de carbone, ajouté	7,33			
Oxyde de carbone, disparu	1,48			

pendant la combustion lente du phosphore opérée par $19^{cc},01$ d'oxygène.

» Le cylindre de phosphore n'était pas attaché à du platine; il y avait 1 centimètre cube d'eau sous la cloche.

Expérience III.

Air atmosphérique	88,89 cc	contenant	Oxygène	18,63 cc
			Azote	70,26
Après addition d'oxyde de carbone	93,20			
CO	4,31			
Fait passer successivement O	42^{cc}			
Dans l'air atmosphérique O	$18^{cc},63$			
Après l'absorption de l'oxygène	71,60			
Azote de l'air atmosphérique	70,26			
Différence	1,34			
Oxyde de carbone, ajouté	4,31			
Oxyde de carbone, disparu	2,97			

pendant la combustion lente du phosphore opérée par $68^{cc},63$ d'oxygène.

» Le cylindre de phosphore était fixé à un fil de platine. Il y avait 2 centimètres cubes d'eau sous la cloche.

Expérience IV.

Air atmosphérique	89,26 cc	contenant	Oxygène	18,71 cc
			Azote	70,55
Après addition d'oxyde de carbone	92,88			
CO	3,62			

Fait passer successivement O. . 42^{cc}
Dans l'air atmosphérique O. . . $18^{cc},71$

Après l'absorption de l'oxygène.	70,77
Azote de l'air atmosphérique.	70,55
Différence.	0,22
Oxyde de carbone { ajouté.	3,62
Oxyde de carbone { disparu.	3,40

pendant la combustion lente du phosphore opérée par $60^{cc},71$ d'oxygène.

» Le cylindre de phosphore était fixé à un fil de platine. Il y avait 2 centimètres cubes d'eau sous la cloche.

Expérience V.

Air atmosphérique.	$92^{cc},38$	contenant . . .	Oxygène	$19^{cc},36$
			Azote.	73,02
Après addition d'oxyde de carbone.	96,17			
CO	3,79			

Fait passer successivement O. 100^{cc}
Dans l'air atmosphérique O. $19^{cc},36$

Après l'absorption de l'oxygène.	73,12
Azote de l'air atmosphérique.	73,02
Différence.	0,10
Oxyde de carbone { ajouté.	3,79
Oxyde de carbone { disparu.	3,69

pendant la combustion lente du phosphore opérée par $119^{cc},36$ d'oxygène.

» Le cylindre de phosphore était fixé à un fil de platine. Il y avait 2 centimètres cubes d'eau sous la cloche.

Expérience VI.

Air atmosphérique.	$87^{cc},75$	contenant . . .	Oxygène	$18^{cc},39$
			Azote.	69,36
Après addition d'hydrogène.	97,51			
H.	9,76			
Après l'absorption de l'oxygène	78,06			
Azote de l'air atmosphérique.	69,36			
Différence	8,70			
Hydrogène { ajouté	9,76			
Hydrogène { disparu	1,06			

pendant la combustion lente du phosphore opérée par $18^{cc},39$ d'oxygène.

» Le cylindre de phosphore était fixé à un fil de platine. Il y avait 1 centimètre cube d'eau sous la cloche.

Expérience VII.

Gaz de la pile	10,40 cc (*)	contenant	Oxygène	3,47 cc
			Hydrogène........	6,93
Après l'absorption de l'oxygène.......	6,94 (**)			
L'hydrogène contenu étant............	6,93			

» Il n'y aurait pas eu disparition d'hydrogène pendant la combustion lente du phosphore dans le gaz de la pile, opérée par 3cc,47 d'oxygène. La balle de phosphore avait été introduite mouillée, le fil de platine qui la soutenait est resté plongé dans le mercure.

Expérience VIII.

Gaz oxyde de carbone	69,44 cc
Introduit, en trois fois, 47 centimètres cubes d'oxygène.	
Après l'absorption de l'oxygène..	66,17
Oxyde de carbone disparu..	3,27

pendant la combustion lente du phosphore opérée par 47 centimètres cubes d'oxygène.

» Le cylindre de phosphore était fixé à un fil de platine. Il y avait 1 centimètre cube d'eau sous la cloche.

Expérience IX.

Gaz oxyde de carbone..	90,81 cc (***)
Introduit successivement en cinq fois 54 centimètres cubes d'oxygène.	
Après l'absorption de l'oxygène par le phosphore et avant l'action de la potasse..	90,78 (****)
On introduit sous la cloche 2 centimètres cubes d'une dissolution contenant 0gr,7 de potasse; la solution alcaline éliminée, on a, gaz.........	85,74 (*****)
Volume initial de l'oxyde de carbone..............................	90,81
Disparu.....	5,07

pendant la combustion lente du phosphore opérée par 54 centimètres cubes d'oxygène.

» Le phosphore était fixé à un fil de platine. Il y avait 1 centimètre cube d'eau sous la cloche.

		Température.	Pression.
(*)	13,67 cc	15,8 o	0,61167 m
(**)	7,64	15,4	0,72966
(***)	103,9	14,6	0,69976
(****)	103,6	13,8	0,69957
(*****)	95,2	14,0	0,71956

Expérience X.

Gaz oxyde de carbone	70,48 cc (*)
Introduit en dix fois 230 centimètres cubes d'oxygène.	
Après l'absorption de l'oxygène	60,44 (**)
CO disparu...	10,04

pendant la combustion lente du phosphore opérée par 230 centimètres cubes d'oxygène.

» Le cylindre de phosphore n'était pas attaché à du platine. Il y avait 2 centimètres cubes d'eau sous la cloche.

Expérience XI.

Gaz hydrogène	70,56 cc
Introduit successivement 112 centimètres cubes d'oxygène.	
Après l'absorption de l'oxygène	68,56
Hydrogène disparu...	2,02

pendant la combustion lente du phosphore occasionnée par 112 centimètres cubes d'oxygène.

» Le cylindre de phosphore n'était pas attaché à du platine. Il y avait 2 centimètres cubes d'eau sous la cloche.

Expérience XII.

Gaz acide carbonique	85,00 cc
Oxygène	30,00
Ajouté oxyde de carbone	4,04
On a introduit successivement 100 centimètres cubes d'oxygène.	
Après l'absorption de l'oxygène par le phosphore et de l'acide carbonique par la potasse, on a eu pour résidu	0,98
Volume initial	4,04
Oxyde de carbone disparu...	3,06

pendant la combustion lente du phosphore opérée par 130 centimètres cubes d'oxygène.

» Le phosphore était fixé à un fil de platine. Il y avait 2 centimètres cubes d'eau sous la cloche.

		Température.	Pression.
(*)	80,4 cc	12,9°	0,69764 m
(**)	65,7	12,85	0,7320

Expérience XIII.

Sous une cloche renfermant : acide carbonique	94cc,00	
On a fait passer : oxyde de carbone	7,91	(*)
On a introduit successivement : oxygène	104,00	(**)
Après l'absorption de l'oxygène par le phosphore, de l'acide carbonique par la potasse, on a obtenu : gaz	2,78	(***)
Volume initial de l'oxyde de carbone	7,91	
CO disparu...	5,13	

pendant la combustion lente du phosphore opérée par 104 centimètres cubes d'oxygène.

» Le cylindre de phosphore était fixé à un fil de platine. Il y avait 2 centimètres cubes d'eau sous la cloche.

Expérience XIV.

» Dans une cloche placée sur la cuve à mercure, on a fait passer :

250cc,00	d'acide carbonique.
4,27	d'oxyde de carbone (****).
50,00	d'oxygène.
6,00	d'eau.

» Après avoir agité pour mélanger les gaz, on a introduit un bâton de phosphore dont l'extrémité inférieure, traversant la couche d'eau, reposait sur le mercure.

» Toutes les vingt-quatre heures on remplaçait l'oxygène qui avait été absorbé. En six fois, on a fait intervenir 249 centimètres cubes d'oxygène. Le phosphore ayant été retiré, on a fait pénétrer sous la cloche 12 centimètres cubes d'une dissolution renfermant $1^{gr},8$ de potasse. L'absorption du gaz, effectuée en quelques minutes, a été totale, et il n'est resté qu'une bulle dont le volume ne dépassait certainement pas $\frac{1}{10}$ de centimètre cube.

» Ainsi, pendant la combustion lente du phosphore opérée par 249 centimètres cubes d'oxygène, les $4^{cc},71$ d'oxyde de carbone avaient disparu.

		Température.	Pression.
(*)	$10^{cc},15$	$14^{o},8$	$0^{m},62443$

(**) Gaz oxygène mesuré à la température de 14 degrés et sous la pression de $0^{m},724$.

		Température.	Pression.
(***)	$3^{cc},1$	$14^{o},6$	$0^{m},71845$
(****)	$5^{cc},75$	$14^{o},8$	$0^{m},59554$

» Comme contrôle de la pureté des gaz employés dans cette expérience, on a fait une expérience à blanc :

Gaz acide carbonique............... $250^{cc},00$

On a introduit :

Oxyde de carbone.................. $4^{cc},04$ (*)

» Après avoir agité le mélange, on a absorbé, avec 10 centimètres cubes d'une solution concentrée, $1^{gr},5$ de potasse. La solution alcaline éliminée, on a mesuré :

Gaz oxyde de carbone............... $4^{cc},15$ (**)

Expérience XV.

» Dans une cloche placée sur la cuve à mercure, on a mis :

$250^{cc},00$	d'acide carbonique.
4,04	d'hydrogène (***).
50,00	d'oxygène.
6,00	d'eau.

» Après avoir agité le mélange, on introduit le cylindre de phosphore. En sept fois, on a ajouté 284 centimètres cubes d'oxygène.

» Après avoir ôté le phosphore, on a absorbé par 10 centimètres cubes d'une dissolution contenant $1^{gr},5$ de potasse.

» Après l'élimination de la solution alcaline, on a mesuré :

Gaz....................................	$3^{cc},60$ (****)
Volume initial de l'hydrogène................	4,04
Différence...	0,44

qui aurait disparu pendant la combustion lente du phosphore opérée par 284 centimètres cubes d'oxygène.

» Cette diminution de $\frac{1}{10}$ de l'hydrogène ne pouvait être admise qu'après

		Température.	Pression.
(*)	$4^{cc},4$	$18^{\circ},8$	$0^{m},74560$
(**)	4,5	18,0	0,74717
(***)	5,6	15,9	0,57990
(****)	3,95	17,7	0,73710

avoir constaté que l'hydrogène employé ne renfermait aucun gaz que le phosphore pût absorber.

» Dans un tube gradué on a mis :

Hydrogène..................... $26^{cc},18$ (*).

Après qu'une balle de phosphore humecté y fut restée pendant vingt-quatre heures :

Hydrogène..................... $26^{cc},21$ (**).

» L'hydrogène ne renfermait donc pas de gaz absorbable par le phosphore.

» Ces observations ont été faites en se plaçant strictement dans les conditions où l'on se trouve lorsqu'il s'agit d'éliminer, par la combustion lente du phosphore, un volume considérable d'oxygène. Dans les recherches qui les ont provoquées, il arrive fréquemment que l'on ait à faire absorber 500 centimètres cubes de ce gaz mêlés à quelques centimètres cubes d'azote. Une telle absorption n'est exécutable qu'avec le concours de l'acide carbonique, dans le but de constituer un milieu gazeux dans lequel le phosphore puisse brûler à la température ordinaire; et le seul moyen de la réaliser c'est, dans une cloche de 350 à 400 centimètres cubes de capacité ayant un diamètre de 5 centimètres au plus, d'introduire 250 centimètres cubes d'acide carbonique; 50 centimètres cubes d'oxygène; 5 à 6 centimètres cubes d'eau. Lorsque l'oxygène que l'on a mis d'abord est consommé, on le remplace, et ainsi de suite jusqu'à ce que tout le gaz ait été absorbé, ce qui exige souvent plusieurs jours. On ne saurait hâter l'opération. Si l'atmosphère comburante est plus volumineuse, l'on risque de voir le phosphore s'enflammer, et l'inflammation détermine nécessairement la destruction partielle ou totale des gaz combustibles que l'on cherche à concentrer. C'est pour prévenir cet accident que l'on a soin de faire plonger en partie le cylindre de phosphore dans l'eau renfermée sous la cloche. Ces dispositions sont précisément celles que l'on reconnaît comme les plus favorables à la production de l'ozone. Néanmoins, malgré l'analogie que présentent les deux procédés, je ne me crois pas suffisamment autorisé pour attribuer

		Température.	Pression.
	cc	o	m
(*)	29,20	18,4	0,72731
(**)	29,35	19,5	0,72721

la disparition des gaz combustibles à l'action de l'oxygène modifié; il est possible que de nouvelles observations établissent qu'elle dépend de tout autre cause. Je me suis borné à exposer les faits tels que je les ai constatés et les circonstances dans lesquelles ils se sont manifestés, en signalant les causes d'erreurs qu'ils peuvent apporter dans le dosage de faibles quantités de gaz combustibles contenues dans un mélange gazeux très-riche en oxygène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'acide cyanhydrique; par* MM. **Bussy** *et* **Buignet**.

« L'acide cyanhydrique a été si bien étudié par Gay-Lussac; il a été, depuis sa découverte, l'objet de tant de travaux remarquables, qu'on pourrait être taxé de témérité en prenant un pareil sujet pour objet de ses recherches. Ce sujet nous a, en quelque sorte, été imposé par la nécessité. Chargés de revoir, pour la nouvelle édition du Codex, les différents procédés de préparation de l'acide cyanhydrique, nous avons dû les examiner dans tous leurs détails, et particulièrement sous le rapport du rendement. Comme il arrive souvent dans les recherches de ce genre, l'enchaînement des expériences et le besoin des explications nous ont entraînés à étendre notre travail au delà des limites que nous nous étions primitivement fixées.

» Tous les chimistes savent que Gay-Lussac a, le premier, obtenu l'acide cyanhydrique par un procédé qui est encore aujourd'hui dans la pratique, procédé d'une exécution facile et sûre, qui consiste à décomposer le cyanure de mercure par l'acide chlorhydrique, à faire passer le produit sur du chlorure de calcium et à le recueillir, ainsi desséché, dans un récipient convenablement refroidi.

» Mais ce qu'on sait moins généralement, c'est que ce procédé laisse beaucoup à désirer sous le rapport de la quantité du produit. Si l'on emploie à cette préparation 126 grammes de cyanure de mercure, et $109^{gr},50$ d'acide chlorhydrique à 33 pour 100 d'acide réel, quantités qui correspondent à un équivalent de chacune des deux substances, et que nos expériences ont signalées comme les plus favorables au rendement, on ne recueille, en suivant les indications données, que 18 grammes environ d'acide cyanhydrique anhydre, c'est-à-dire les deux tiers seulement de ce qu'indique la théorie; car, d'après l'équation $HgCy + HCl = HgCl + HCy$, on devrait obtenir un équivalent d'acide cyanhydrique ou 27 grammes.

» Cette différence ne peut s'expliquer ni par la perte d'une petite quantité d'acide qui aurait échappé à la condensation, ni par la production d'une trace de formiate d'ammoniaque, d'après l'équation bien connue

$$HC^2 Az + 3 HO = Az H^3 C^2 HO^3.$$

L'acide manquant reste tout entier dans le résidu, d'où on peut le retirer par une distillation prolongée. Mais lorsque l'on cherche à pratiquer cette distillation et que l'on pousse le feu en conséquence pour obtenir les dernières portions d'acide, on ne tarde pas à reconnaître que la température du résidu s'élève de plus en plus, même au delà de 100 degrés, et qu'elle arrive successivement jusqu'à 110 degrés. Il passe alors beaucoup d'eau et très-peu d'acide; le chlorure de calcium se liquéfie et il n'est plus possible de se maintenir dans les conditions primitives de l'expérience (1). Ce n'est qu'en les modifiant, comme nous le dirons plus loin, qu'on parvient à obtenir à l'état anhydre la totalité de l'acide représenté par le cyanure.

» L'obstacle au dégagement de l'acide provient, dans ce cas, de l'affinité du sublimé corrosif formé; affinité en vertu de laquelle l'acide est retenu dans la dissolution, dont il ne peut plus être séparé qu'à une température relativement élevée; d'où résulte, comme conséquence, qu'il entraîne avec lui une quantité d'eau considérable. Pour surmonter cette difficulté, nous avons eu la pensée d'ajouter aux matières mises en expérience un équivalent de chlorhydrate d'ammoniaque, sel qui forme, comme on le sait, avec le sublimé corrosif, une combinaison stable, connue depuis longtemps sous le nom de *sel alembroth*. Nous avons supposé que, par cette combinaison, l'influence du sublimé corrosif sur l'acide cyanhydrique serait annulée, que celui-ci se dégagerait à une température beaucoup plus basse, n'entraînant alors qu'une petite quantité d'eau, et qu'ainsi nous pourrions le recueillir à l'état anhydre et en totalité, sans faire subir à l'appareil aucune modification. C'est ce que l'expérience a pleinement confirmé : on peut, en opérant comme nous venons de le dire, obtenir en acide anhydre les 95 centièmes de la quantité théorique. Les détails des opérations ont été donnés dans

(1) Cette difficulté paraît avoir été reconnue par Gay-Lussac lui-même; car il recommande d'arrêter l'opération au moment où l'eau commence à se volatiliser, et de réserver le résidu pour préparer une dissolution aqueuse d'acide prussique. (*Annales de Chimie*, t. LXXVII et XCV.)

un précédent Mémoire (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, t. XLV, p. 292).

» Ces premières observations nous ayant révélé une action spéciale du sublimé corrosif sur l'acide cyanhydrique, nous avons désiré compléter cette étude par des expériences plus précises ; et nous avons dû examiner successivement l'action que l'acide cyanhydrique exerce sur l'eau et sur un certain nombre de composés. Les résultats auxquels nous sommes parvenus, et dont l'exposition fait l'objet du présent Mémoire, nous ont paru d'un intérêt assez général dans l'histoire de l'acide cyanhydrique, pour mériter de fixer l'attention des chimistes.

§ I. — *Action de l'eau sur l'acide cyanhydrique.*

» L'acide cyanhydrique et l'eau sont miscibles en toutes proportions. L'action qui s'exerce entre les deux liquides paraît être une simple affinité de solution, car on ne remarque aucun phénomène apparent, aucun changement chimique qui dénote une combinaison entre les deux substances. Toutefois, cette affinité doit être assez énergique, si l'on en juge par la dépression qu'elle occasionne dans la force élastique de la vapeur du mélange. En effet, lorsqu'on mêle de l'acide cyanhydrique et de l'eau distillée à poids égaux, on peut facilement constater que l'affinité des deux liquides fait perdre à la vapeur du mélange les 27 centièmes environ de la force élastique qu'elle devrait avoir.

» On devait supposer qu'en raison de cette affinité, le mélange des deux liquides aurait donné lieu à une élévation appréciable de température. Les expériences qui suivent montrent que c'est précisément le contraire qui arrive.

» *Changement de température.* — Lorsqu'on fait un mélange d'eau et d'acide cyanhydrique anhydre, il se produit un abaissement de température qui varie avec les proportions d'eau et d'acide mises en expérience. Si on prend les deux liquides sous le même poids, et si on opère, dans un tube en verre mince, sur 3 à 4 centimètres cubes seulement de mélange, on voit alors l'extérieur du tube se recouvrir d'une couche de rosée provenant de la condensation de l'humidité atmosphérique.

» Il nous a paru intéressant de rechercher à quelles proportions relatives des deux liquides correspondait le maximum de froid. Nous avons fait usage, pour cela, de deux petits tubes d'essai de 25 centimètres cubes environ de capacité, munis chacun d'un bon bouchon de liége traversé par un

thermomètre très-sensible. Dans un des tubes nous avons pesé 1 équivalent d'acide cyanhydrique anhydre, et dans l'autre la quantité d'eau que nous voulions faire intervenir dans l'expérience. Les deux tubes étant bien bouchés, nous les avons placés dans une même enceinte, et nous les y avons maintenus jusqu'à ce que les deux thermomètres, qui étaient bien comparables, en aient pris exactement la température t.

» Après avoir versé l'eau dans l'acide cyanhydrique, nous avons bouché immédiatement le tube ; et, après avoir agité le mélange, nous avons suivi avec attention la marche descendante du thermomètre. Nous avons noté la température t' indiquée par ce thermomètre, lorsque le mercure est arrivé au plus bas de sa course. L'abaissement de température pour chaque cas particulier nous a été donné par la différence $t - t'$.

» Notre but étant d'avoir des résultats aussi comparables que possible, nous avons cherché à diminuer l'influence du verre en opérant toujours sur une même masse de mélange = 12 grammes. Nous avons calculé, en conséquence, les proportions relatives d'acide cyanhydrique et d'eau qu'il convenait de mettre en rapport pour chaque expérience. En outre, la température t' ayant toujours été atteinte dans un intervalle de temps très-court, nous avons eu le soin de faire les observations avec assez de rapidité pour ne pas laisser au thermomètre le temps de remonter, après avoir atteint son maximum d'abaissement.

» Le tableau suivant présente le résumé des résultats obtenus :

Acide cyanhydrique.	Eau.	Température initiale des deux liquides, t	Température minimum du mélange. t'	Abaissement de température. $t-t'$
Équivalents.	Équivalents	°	°	°
1	1	14	5,50	8,50
1	1 ½	14	5	9
1	2	14	4,75	9,25
1	2 ½	14	4,75	9,25
1	3	14	4,25	9,75
1	3 ½	14	5,75	8,25
1	4	14	6,25	7,75

» On voit d'abord, à l'inspection de ces nombres, que l'abaissement de température, qui résulte du simple mélange de l'acide cyanhydrique et de l'eau, est notable, puisque, dans les conditions où nous avons opéré, il n'a jamais été inférieur à 7°,75.

» On voit de plus qu'il y a un abaissement maximum correspondant au mélange formé par 3 équivalents d'eau pour un seul équivalent d'acide cyanhydrique : et il est à remarquer que ce mélange est précisément celui qui résulte d'un poids égal de chacun des deux liquides ; car 1 équivalent d'acide cyanhydrique HCy = 27 et 3 équivalents d'eau 3HO = 27.

» Enfin si, avec les données qui précèdent, on cherche à construire la courbe qui représente dans leur continuité les abaissements de température correspondant aux divers mélanges, on remarque que cette courbe offre, à l'endroit du maximum, un point saillant très-accusé, comme si ce maximum lui-même se trouvait lié à un changement brusque dans la constitution du mélange. Quoi qu'il en soit, c'est un phénomène assez singulier par lui-même qu'un pareil abaissement de température, résultant du mélange de deux corps qui ont entre eux une affinité de solution très-manifeste et qui n'éprouvent, dans leur contact mutuel, aucun changement d'état apparent.

» *Changement de volume.* — L'abaissement de température auquel donne lieu le mélange de l'acide cyanhydrique et de l'eau portait naturellement à penser qu'il devait y avoir une augmentation de volume corrélative à cet abaissement. Mais en cherchant à vérifier le fait par expérience, nous n'avons pas été peu surpris de voir qu'il y avait au contraire une contraction considérable, contraction qui offre même cela de remarquable qu'elle semble croître et diminuer proportionnellement avec l'abaissement de température.

» Pour mesurer cette contraction dans les divers mélanges d'acide cyanhydrique et d'eau, nous avons fait usage d'un petit vase en forme de thermomètre, dont la boule avait été jaugée avec le plus grand soin, et dont le tube, gradué en dixièmes de centimètre cube, avait ses divisions assez espacées pour permettre d'apprécier des fractions de volumes excessivement petites. Le diamètre de ce tube était toutefois assez large pour que le mélange des deux liquides pût s'y faire exactement. L'extrémité supérieure du tube était fermée par un bon bouchon à l'émeri.

» Au moment de faire une expérience, les deux liquides étant exactement à la même température, nous pesions dans l'appareil, et avec la précision du milligramme, 1 équivalent d'acide d'acide cyanhydrique anhydre, soit 6 grammes; nous notions le volume v indiqué par les divisions du tube. Nous pesions ensuite dans le même tube 2, 4 ou 6 grammes d'eau, suivant que nous voulions introduire dans l'appareil 1, 2 ou

3 équivalents d'eau. Le volume v' occupé par cette eau était calculé d'après sa densité bien connue pour la température de l'expérience. En l'ajoutant au précédent, nous avions le volume $v + v'$ correspondant au cas où nulle contraction n'eût existé.

» Nous agitions alors parfaitement le mélange, puis, lorsqu'il avait repris la température initiale, nous nous assurions par la balance qu'il n'avait rien perdu de son poids, et nous notions le volume total v'' fourni par l'expérience. La diminution de volume pour chaque cas particulier était évidemment donnée par la formule $v + v' - v''$. En la rapportant au volume théorique total $v + v'$, on avait la fraction $\frac{v + v' - v''}{v + v'}$ exprimant le rapport de la diminution de volume au volume théorique total, ou la contraction.

» Les résultats des diverses expériences se trouvent résumés dans le tableau suivant :

Acide cyanhydrique anhydre. Équivalents.	Eau. Équivalents.	Contraction exprimée en centièmes du volume théorique total.
1	1	3,28 pour 100.
1	1 $\frac{1}{2}$	5,41 »
1	2	6,03 »
1	2 $\frac{1}{2}$	6,11 »
1	3	6,23 »
1	3 $\frac{1}{2}$	5,35 »
1	4	4,68 »

» On voit, d'après cela, que non-seulement il y a contraction de volume dans le mélange de l'acide cyanhydrique et de l'eau, mais que cette contraction est considérable, puisque, dans nos expériences, elle a constamment surpassé les trois centièmes du volume total des deux liquides, et que, dans plusieurs cas, elle a excédé les six centièmes de ce volume.

» Si on représente par une courbe les résultats numériques du précédent tableau, on reconnaît facilement que cette courbe offre, comme celle des abaissements de température, un point singulier, un maximum correspondant, comme dans la première, au mélange formé par 1 équivalent d'acide anhydre pour 3 équivalents d'eau. Cette singulière coïncidence de la contraction du volume et de l'abaissement de la température, *sans changement d'état apparent*, est en opposition avec l'observation générale qui montre que toute contraction de volume est accompagnée d'une élévation de tem-

pérature, de même que toute dilatation donne lieu à une production de froid. Il y a donc lieu de supposer que cette anomalie dépend d'une modification dans l'état moléculaire de l'acide cyanhydrique; cette supposition devient surtout très-probable lorsqu'on songe à l'excessive mobilité et à l'instabilité des composés cyaniques en général. Mais, quelque persévérance que nous ayons mise à diriger nos recherches de ce côté, nous n'avons pu trouver, ni dans les réactions chimiques, ni dans l'examen des propriétés physiques, aucune indication spéciale propre à caractériser cette modification, c'est-à-dire à exprimer la différence qui peut exister entre l'acide anhydre et l'acide hydraté à 3 équivalents d'eau.

» *Action sur la lumière polarisée.* — L'acide cyanhydrique anhydre n'a pas de pouvoir rotatoire, et il en est de même des solutions aqueuses de cet acide.

» *Indices de réfraction.* — La mesure des indices de réfraction ne nous a pas donné des résultats plus satisfaisants, quant à l'existence du changement moléculaire que nous avions en vue de constater; mais elle a fourni du moins un contrôle précieux du mouvement de contraction qui se produit entre l'acide cyanhydrique et l'eau.

» Les faits dont il nous reste à donner connaissance montreront également l'importance du rôle que joue l'eau dans les réactions de l'acide cyanhydrique. »

« **M. de Candolle** présente la première partie du volume XV du *Prodromus systematis naturalis vegetabilium*, ouvrage devenu de plus en plus, sous sa direction, une série de monographies rédigées par des hommes spéciaux, avec une tendance uniforme. La moitié du tome actuel est formée par un travail très-complet et qui offrait de grandes difficultés, de M. Meissner, professeur à Bâle, sur la famille des *Lauracées* et sur le groupe moins important des *Hernandiacées*. Viennent ensuite les monographies des *Bégoniacées*, des *Datiscacées* et des *Papayacées*, par M. de Candolle; des *Aristolochiacées*, par M. Duchartre; enfin de la famille peu étendue des *Stackhousiacées*, par M. George Bentham. Cette dernière se rapproche des Euphorbiacées qui doivent constituer la seconde partie du volume XV, et dont un fascicule, contenant le genre *Euphorbia*, par M. Boissier, a déjà paru. »

M. Guyon fait hommage à l'Académie d'un opuscule ayant pour titre :

Études sur les eaux thermales de la Tunisie, accompagnées de recherches historiques sur les localités qui les fournissent.

« Les sources thermales de la Tunisie, dit M. Guyon, sont assez nombreuses, mais deux seulement se distinguent de toutes les autres par leur température, ainsi que par leurs principes minéralisateurs. Aussi sont-elles fréquentées à la fois par les indigènes et par les Européens. Ce sont les sources d'Hammam-Lif et de Gourbès, l'une et l'autre à peu de distance de Tunis.

» Il y a déjà quelques années, en 1857, j'ai fait connaître à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres une inscription trouvée dans la première de ces localités. Cette inscription a de l'importance : outre qu'elle éclaircit la géographie fort embrouillée des environs de l'ancienne Carthage, elle établit de la manière la plus péremptoire que la source d'Hammam-Lif est celle dont parle, sous le nom d'*Aquæ persianæ*, l'éloquent adversaire de saint Augustin, Apulée, source à laquelle il alla demander, avec succès, la guérison de son entorse. « Grâce aux eaux persiennes (*aquæ persianæ*), » dit Apulée, à leurs douches salutaires, j'ai recouvré la faculté de marcher... » (*Apuleii Florides*, XVI.)

» L'inscription trouvée à la source ou aux sources d'Hammam-Lif a été reproduite dans l'opuscule qui fait le sujet de notre communication, ainsi que l'interprétation qui en a été donnée par M. Léon Renier, si versé dans la lecture des anciens monuments épigraphiques. »

M. **Élie de Beaumont** fait hommage à l'Académie, au nom du *P. Secchi*, d'un nouveau volume des Mémoires de l'Observatoire du Collége Romain. (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

RAPPORTS.

PHYSIQUE. — *Rapport sur un Mémoire et plusieurs Notes de* **M. J. Janssen**, *relatifs à l'analyse prismatique de la lumière solaire et de celle de plusieurs étoiles.*

(Commissaires, MM. Pouillet, Le Verrier, Faye, Fizeau rapporteur.)

« Dans la séance du 21 décembre dernier, l'Académie a reçu communication d'une Lettre de M. le Ministre de l'Instruction publique, ayant pour objet de soumettre à l'examen de l'Académie un travail de M. Janssen, docteur ès sciences, chargé, en 1862, d'une mission scientifique en Italie,

afin d'y étudier, sous un ciel plus favorable, divers phénomènes de physique céleste, relatifs principalement à la constitution du spectre solaire et à celle des spectres obtenus avec la lumière des étoiles.

» M. le Ministre de l'Instruction publique signale également plusieurs autres communications antérieurement présentées par le même auteur, sur lesquelles il désire connaître l'appréciation de l'Académie, ainsi que son avis sur l'utilité qu'il pourrait y avoir à continuer la mission confiée à M. Janssen.

» Les recherches de M. Janssen se rapportent principalement à l'un des phénomènes les plus intéressants que présente le spectre solaire, je veux parler des modifications que sa constitution éprouve aux différentes heures du jour, et surtout lorsque le soleil est de plus en plus voisin de l'horizon; modifications signalées d'abord par sir David Brewster, et généralement attribuées à une influence absorbante exercée par l'atmosphère terrestre sur les rayons lumineux qui la pénètrent.

» Par plusieurs dispositions optiques ingénieusement combinées, M. Janssen est parvenu à pousser l'étude de ce phénomène plus loin qu'on ne l'avait fait avant lui.

» Ainsi, il a reconnu que les bandes obscures, qui apparaissent dans ces circonstances, peuvent être résolues en raies nombreuses et bien distinctes; il a, de plus, aperçu ces raies spéciales, non-seulement le soir et le matin lorsque le soleil est près de l'horizon, mais encore, quoique plus difficilement, pendant le milieu du jour, lorsque l'astre est au plus haut point de sa course.

» Enfin, les mêmes raies ont pu être mises en évidence dans les spectres formés avec la lumière de la lune et celle de plusieurs étoiles.

» Ce dernier résultat, très-important pour l'explication du phénomène, a été obtenu au moyen d'un petit spectroscope à vision directe, analogue à celui d'Amici, mais qui renferme des dispositions nouvelles et très-efficaces pour augmenter l'intensité et la dispersion des divers rayons; en sorte que l'instrument est devenu particulièrement applicable à l'étude de plusieurs sources de lumière dont l'analyse présentait des difficultés réelles, comme la lumière qui émane des planètes et des étoiles.

» Pendant son séjour à Rome, M. Janssen a pu appliquer son instrument à l'équatorial de Merz que possède l'Observatoire du Collége Romain, et conjointement avec le P. Secchi, directeur de cet Observatoire et Correspondant de l'Académie, il a pu faire, par ce moyen, plusieurs observations

nouvelles sur la constitution des spectres de quelques étoiles telles que Sirius et α d'Orion.

» Une étude plus étendue a été faite ensuite par le P. Secchi sur la lumière d'un grand nombre d'étoiles, à l'aide du même instrument qui lui a paru devoir être définitivement adopté pour ce genre de recherches.

» Après avoir pris connaissance du Mémoire et des Notes présentées par M. Janssen, de la Carte du spectre solaire encore inachevée, dans laquelle il a résumé une partie de ses observations; enfin, des appareils variés qui lui ont servi dans ses recherches, vos Commissaires ont désiré répéter plusieurs des observations faites par l'auteur, et aussitôt que l'état de l'atmosphère l'a permis, M. Janssen les a rendus témoins des principaux résultats observés par lui, dans le milieu du jour et vers l'heure du coucher du soleil.

» En résumé et comme conclusions, votre Commission reconnaît l'importance et l'intérêt des recherches auxquelles M. Janssen s'est livré avec persévérance et habileté, et considérant que son travail n'est pas achevé et que la nature des observations réclame des appareils dispendieux, ainsi que certaines circonstances de sérénité et de transparence dans l'atmosphère qui ne se rencontrent que rarement sous le ciel de Paris, elle est d'avis qu'il serait désirable que la mission confiée à M. Janssen pût lui être continuée, dans des conditions favorables à l'achèvement de son travail. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission chargée de décerner, s'il y a lieu, le *prix Barbier* (découvertes concernant diverses branches de l'art de guérir).

MM. Rayer, Velpeau, Bernard, Serres et J. Cloquet réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède ensuite, également par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission chargée de l'examen des pièces admises au concours pour le *prix Bordin* (1) (question au choix des concurrents, concernant la théorie des phénomènes optiques).

Commissaires, MM. Pouillet, Fizeau, Regnault, Edm. Becquerel, Babinet.

(1) C'est par erreur qu'un des deux *prix Bordin* à décerner en 1864 (question de la théorie mécanique de la chaleur) a été désigné dans le *Compte rendu* de la précédente séance, p. 741, ligne 1re, sous le titre de *prix Trémont*.

MÉMOIRES LUS.

MÉTÉOROLOGIE CHIMIQUE. — *Anomalie dans la manifestation des propriétés de l'air atmosphérique; par* **M. Aug. Houzeau.**

« Dans une précédente communication, j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie des conclusions que m'avaient suggérées mes recherches sur l'atmosphère déjà si savamment étudiée par Lavoisier, Thenard et Gay-Lussac, Théodore de Saussure, MM. Dumas et Boussingault. J'ai montré combien l'air atmosphérique, au lieu de présenter une grande stabilité dans ses propriétés, offrait de contrastes dans sa manière d'agir, puisque du jour au lendemain mes réactifs tournesol bleu et tournesol vineux mi-ioduré se trouvaient impressionnés d'une façon fort différente dans la même station. La divergence des résultats obtenus, quoiqu'en faisant usage des mêmes instruments, est souvent si grande, que deux chimistes qui sans se connaître viendraient à se communiquer leurs observations faites en même temps, mais séparément, dans deux stations à proximité, comme Paris et Saint-Maur, Rouen et son faubourg, resteraient convaincus d'avoir opéré sur deux airs presque aussi dissemblables que le sont entre eux l'azote et l'oxygène. De là la nécessité d'admettre en météorologie, du moins pour nos climats, la *variabilité normale des propriétés de l'air atmosphérique,* c'est-à-dire qu'à un jour donné les qualités reconnues à l'air n'impliquent point, à la même station, lesdites qualités pour l'air du lendemain, ni même, à la rigueur, pour l'air qui serait examiné une ou plusieurs heures après la dernière observation.

» Mes nouvelles expériences, dont j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui les résultats à l'Académie, montrent qu'il est même possible de rendre perceptibles à volonté ces différentes manifestations de l'atmosphère, en opérant sur deux points pris au hasard dans l'air de la campagne et distants seulement l'un de l'autre de quelques centimètres. Elles prouvent, de la façon la plus péremptoire, et contrairement à toute prévision, que dans un flacon ou une éprouvette restés ouverts, l'air de l'intérieur de ces vases n'agit pas de la même manière que l'air ambiant.

» On réalise aisément cette démonstration en disposant verticalement dans une longue et étroite éprouvette à pied une petite règle mince en bois sur laquelle on pique avec une épingle et à 4 ou 5 centimètres l'un de l'autre, une série de mes papiers réactifs à base de tournesol mi-ioduré. Tous les papiers situés en dehors de l'appareil ont pu, selon l'état de l'atmo-

sphère, bleuir fortement en six, douze ou vingt-quatre heures, tandis que les mêmes réactifs placés dans l'intérieur de l'éprouvette restée ouverte n'ont subi aucune coloration semblable après quarante heures ou même après six jours d'exposition. Et cependant, entre le premier papier plongé dans l'éprouvette et situé près de son orifice et le papier disposé près de cet orifice, mais en dehors de l'éprouvette, il y a seulement une distance de quelques centimètres.

» C'est donc un fait bien inattendu que de constater ainsi à peu de distance une manière si différente d'agir de l'atmosphère.

» Mais si, au lieu d'un cylindre étroit, on emploie un appareil évasé, semblable, par exemple, à un entonnoir posé sur sa partie effilée, les papiers réactifs bleuissent au contraire indistinctement tout le long de la baguette.

» Les phénomènes négatifs de la première expérience continuent néanmoins à s'observer encore, si l'on fait arriver jusqu'au fond de l'éprouvette restée ouverte, le tube d'un aspirateur qui, pendant plusieurs jours, en renouvelle lentement le contenu aérien. Dans une expérience où l'air apporté ainsi représentait en volume cinq mille fois la capacité de l'éprouvette, les papiers réactifs de l'intérieur du vase n'avaient subi aucune altération (1) semblable à celle qu'avaient éprouvée les papiers exposés à l'extérieur, et qui dans le même temps s'étaient fortement colorés en bleu dans leur partie iodurée.

» Il n'est pas impossible que cette anomalie dans la manifestation des propriétés de l'air atmosphérique n'explique un jour le désaccord qui existe entre M. Pouchet et M. Pasteur dans la manière de concevoir la cause originelle des générations dites spontanées. On comprend, en effet, que si à la place de mes papiers on substitue des réactifs bien autrement sensibles, tels que des infusions végétales ou animales, ces mêmes liquides organiques pourront subir de la part de l'air ambiant des altérations différentes

---

(1) Dans ces sortes d'observations, il faut bien se garder de confondre la décoloration partielle ou totale que les papiers de tournesol éprouvent au contact de l'air, selon qu'elle est due à l'ozone qui agit même dans l'obscurité, ou à l'influence de l'*état lumineux* de l'atmosphère. Dans le Mémoire dont je présente ici l'extrait, je relate une série d'expériences faites sur ce sujet dans l'obscurité, à la lumière diffuse et au soleil, avec de l'air sec ou humide. Ordinairement la nuance du papier de tournesol s'affaiblit à la lumière diffuse (même celle de l'intérieur d'un appartement), conformément aux observations générales de M. Chevreul, tandis qu'elle tend à foncer dans l'obscurité.

selon le mode d'expérimentation, la forme et la capacité des vases qui les contiendront.

» Ce qu'il est important de noter toutefois, c'est que ces expériences qui réussissent huit fois sur dix à la campagne, et même toujours quand on sait choisir le temps, ne fournissent que des résultats négatifs quand on opère dans l'air confiné d'un appartement si grand qu'il soit, comme par exemple une salle d'hôpital. Bien plus, il ne m'a jamais été possible de les reproduire avec succès dans la cour du Conservatoire des Arts et Métiers, dans les rues de Varennes et du Temple. C'est qu'en effet, sous plus d'un rapport, les rues de Paris peuvent être considérées comme autant de salles d'un vaste hôpital.

» Dans la relation de mes expériences antérieures, je signalais, sans en donner une explication satisfaisante, l'anomalie qu'accusaient déjà mes papiers d'après la manière différente dont ils se trouvaient impressionnés par l'air suivant son origine. A cette époque, pour rendre compte de ce phénomène, la théorie s'appuyait sur la destruction de l'ozone atmosphérique par les miasmes dont l'opinion générale gratifie l'air des grands centres de population au détriment de l'air des champs. Sans contredire entièrement cette croyance, je n'hésite cependant pas à reconnaître aujourd'hui une similitude frappante entre les caractères négatifs qu'offre à l'égard du tournesol mi-ioduré l'air de Paris et l'air de l'intérieur d'une éprouvette restée ouverte en pleine campagne, alors que, tout autour d'elle, l'atmosphère manifeste des propriétés si actives. Sans aucun doute, la cause principale qui détermine ces effets est la même dans les deux cas. En circonscrivant le phénomène, mes récentes expériences écartent d'un seul coup les complications de toute nature qu'offrait à ce point de vue délicat l'examen chimique de l'air de Paris, et par cela même elles facilitent la recherche de cette cause qui communique à l'atmosphère une variabilité de propriétés si curieuse.

» Cette nouvelle étude réclamée par les intérêts de la météorologie, de l'agriculture et de l'hygiène publique, fera l'objet d'un autre Mémoire. »

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen de la Commission nommée le 22 avril 1861 sur un premier travail de l'auteur concernant la même question, Commission qui se compose de MM. Boussingault, Balard et Decaisne.

PATHOLOGIE. — *Infection du sang par la bile.* Note de **M. Namias.**

(Commissaires, MM. Velpeau, Andral, Cloquet.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un résumé des leçons que

j'ai faites sur la cholémie à la clinique de l'École pratique du grand hôpital de Venise.

» La cholémie n'a pas été assez étudiée. On regarde l'ictère comme un symptôme, et on confond un symptôme avec une maladie secondaire. Un catarrhe de la vessie est quelquefois secondaire aux rétrécissements de l'urètre, il n'est pas un symptôme de cette maladie. Quand la bile est mêlée au sang (et nous en avons la preuve chimique par les réactions de la *cholépyrrine*), le ralentissement de la circulation démontre bien quels pernicieux effets elle porte sur l'économie animale. J'ai observé dans l'ictère simple le pouls tomber à moins de 50, M. Frerichs à moins de 30. Une cause sans gravité par elle-même et qui ne résisterait pas à un traitement bien dirigé peut empêcher l'écoulement de la bile dans les intestins, et bientôt ce liquide infectant le sang pourra produire une maladie dangereuse, peut-être même la mort. Cette infection frappe le système nerveux, produit des convulsions, et peut aussi altérer la structure des reins. On trouve la *cholépyrrine* dans les petits canaux des reins dont elle amène l'obstruction. L'excrétion de l'urine peut être entravée et l'urémie en dériver. Ces considérations, on le voit, ont bien de l'importance, même pour la thérapeutique. Une indication importante dans le traitement de l'ictère, c'est l'emploi des diurétiques; mais quelquefois leur action est impossible par suite de l'accumulation de la matière de la bile dans les reins dont elle ferme les conduits, et il vaudrait mieux alors profiter des moyens qui ont pour effet de dissoudre les matières colorantes de la bile.

» Aux médecins qui suivent ma clinique j'ai montré que des ictères graves, qui avaient été jugés par quelques médecins allemands comme des atrophies aiguës du foie incurables, guérissaient bien avec un traitement évacuant. On a tort de considérer cette atrophie comme la condition essentielle de tous les ictères graves et de s'arrêter à la destruction des cellules hépatiques indiquées par le microscope. M. Bernard a démontré que ces cellules se détruisent par le contact prolongé de la matière biliaire.

» Depuis la publication des Notes réunies dans l'opuscule que j'ai eu l'honneur de déposer sur le bureau, j'ai reçu dans mes salles une pauvre femme frappée d'éclampsie cérébrale à la suite d'un ictère grave. Il y avait un ancien rétrécissement du canal hépatique, mais l'ictère est survenu sous l'influence d'une grande agitation d'esprit. Dans la dissection du cadavre j'ai reconnu à l'œil nu la matière biliaire dans la substance médullaire des reins. Leur partie corticale était encore intacte. Le foie, au lieu d'être atrophique, était hypertrophique. Voilà un fait qui prouve bien que l'ictère

grave ne dépend pas toujours de l'atrophie jaune aiguë. Les détails de ce cas intéressant seront consignés dans une publication que je dois en faire à mon retour à Venise; je m'empresserai d'en faire hommage à l'Académie que je prie dès aujourd'hui d'accepter mes remercîments pour l'honneur qu'elle m'a fait en me permettant de l'entretenir un moment de mes travaux. »

NAVIGATION. — *Les ouragans, leurs lois, conséquences pratiques; par* **M. Rambosson.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Boussingault, Duperrey, de Tessan.)

« Pendant mon voyage dans l'Océan et la mer des Indes, j'ai pu observer au moins une dizaine de ces terribles ouragans qui portent la désolation sur leur passage, j'ai recueilli nombre de renseignements de la part de capitaines expérimentés, d'anciens créoles, et par-dessus tout j'ai pu profiter de l'expérience et des travaux de M. Bridet, capitaine de port de l'île de la Réunion, savant aussi actif qu'intelligent. J'ai eu l'avantage de publier ses importants travaux, qui résument tous les autres et dont j'ai pu contrôler la justesse dans mon établissement typographique de la colonie. Ce sont eux principalement qui m'ont servi de guide dans le Mémoire dont je donne ici l'extrait.

» Grâce aux journaux exacts des navigateurs, on a pu compulser et comparer des milliers de faits et s'élever aux lois qui régissent ces terribles phénomènes, et donner ensuite des règles sûres pour éviter leurs coups redoutables. Ces lois des tempêtes sont formulées très-exactement, elles sont très-simples et peuvent être mises à la portée de tout le monde. Les ouragans obéissent à deux mouvements bien distincts : un mouvement de *rotation*, et un mouvement de *translation*. Les directions des vents autour d'un point central se sont toujours trouvées orientées de la même manière par rapport à ce point central et par rapport aux points cardinaux du monde, et on a toujours vu le mouvement de translation entraîner l'ouragan dans une direction presque constamment la même. La loi générale des ouragans, pour les deux hémisphères, se réduit aux deux principes suivants :

» 1° Les ouragans sont des tourbillons de plus ou moins grands diamètres, dans lesquels la force du vent augmente de tous les points de la circonférence jusqu'au centre, où règne un calme d'une étendue et d'une durée variables;

» 2° Ces tourbillons suivent une direction variable pour chaque hémisphère, mais à peu près constante dans chacun d'eux.

» Les ouragans ne sont donc que des trombes dont le diamètre considérable n'avait pas permis, jusqu'à ces derniers temps, d'apercevoir l'ensemble. Ils se meuvent suivant une parabole dont les deux branches s'écartent plus ou moins l'une de l'autre, et prennent généralement naissance dans les mers du sud, par une latitude de 5 à 10 degrés; le mouvement vers le sud-ouest, dans la première branche, s'accomplit ordinairement jusque par la latitude de 20 ou 25 degrés. Le mouvement vers le sud n'occupe guère plus de 2 à 3 degrés, et c'est dans la plupart des cas entre les latitudes de 30 à 35 degrés que l'on rencontre la deuxième branche parcourue par l'ouragan.

» Une remarque très-importante à faire, c'est que l'un des demi-cercles de l'ouragan est plus dangereux que l'autre, parce que le vent y est animé d'une plus grande vitesse.

» Il est facile, en effet, de s'apercevoir que lorsque la direction des vents produits par le mouvement de rotation se trouve dans le même sens que le mouvement de translation, la force du vent doit être augmentée de cette vitesse de translation et diminuée de cette même vitesse en sens contraire. On a donné le nom de *demi-cercle dangereux* à celui dans lequel le vent souffle avec le plus de violence, et de *demi-cercle maniable* à l'autre, et cela, à cause de la facilité de manœuvre que les navires y rencontrent.

» Le vent est d'autant plus violent que l'on se rapproche plus du centre d'un ouragan où règne un calme d'une plus ou moins grande étendue; le baromètre baisse d'autant plus que l'on est plus rapproché de ce point central où il atteint son minimum de hauteur, pour remonter ensuite à mesure que l'on s'en éloigne.

» Il suit de ce que nous venons de dire que la position la plus fâcheuse pour un navire ou un pays est celle où il passe par le centre de l'ouragan, et c'est à s'en éloigner que doivent tendre tous les efforts d'un capitaine.

» La vitesse de rotation qui anime les ouragans est très-variable, et c'est elle qui constitue principalement la violence du tourbillon, et qui en fait pour les lieux qu'il rencontre, et les navires sur lesquels il frappe, un ouragan, un coup de vent ou une simple bourrasque. Lorsque le cyclone souffle comme ouragan, on estime que les molécules d'air tournent autour du centre avec une vitesse de 125 à 150 milles à l'heure.

» Entre 5 et 10 degrés de latitude et 75 et 100 degrés de longitude, alors qu'un cyclone est très-près du point d'origine, on a reconnu que la vitesse

de translation est assez faible et varie de 1 à 5 milles à l'heure, augmentant à mesure que la latitude augmente et que la longitude diminue, c'est-à-dire à mesure que l'ouragan s'avance. De 15 à 25 degrés de latitude et 75 à 40 degrés de longitude, la vitesse de translation varie entre 5 milles et 10 milles; elle a été trouvée en moyenne de 8,5 entre Maurice et la Réunion. Par les latitudes plus élevées où l'ouragan accomplit sa course, la vitesse de translation augmente encore et peut être supposée de 12 à 18 milles. Cette vitesse de translation donne lieu à un courant qui entraîne les navires et les maintient dans le cercle d'activité de l'ouragan bien plus longtemps qu'ils n'y resteraient sans cela; ce courant possède une vitesse de 1 ou 2 milles à l'heure dans la direction que suit le cyclone.

» Il est évident que le point dangereux, celui duquel il faut s'écarter à tout prix, est le centre du cyclone. Il existe un moyen simple de reconnaître sa position. On se place dans la direction du vent qui souffle, de manière à lui faire face et à en être frappé en plein visage. Le centre du cyclone étant alors toujours sur la gauche de l'observateur, à 90 degrés de la direction du vent, il est clair qu'en étendant le bras gauche horizontalement et parallèlement à la surface du corps, on indiquera immédiatement la position du centre.

» Les instructions qu'il est important de connaître pour la manœuvre peuvent se résumer ainsi : Si les variations du vent ont lieu dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, on se trouve dans le demi-cercle dangereux; d'où cette conclusion rigoureuse : prendre les *amures à bâbord*. Si les sautes de vent tournent au contraire dans un sens analogue à celui du mouvement ordinaire des aiguilles d'une montre, on est placé dans le demi-cercle maniable, et, si l'on est obligé de prendre la cape, il faut faire *tribord amure*.

» Les ouragans diffèrent autant les uns des autres sous le rapport de leur étendue que sous celui de leur violence. Les plus grands cyclones ne sont pas toujours les plus terribles.

» Assez restreint à l'origine, c'est-à-dire par 5 ou 10 degrés de latitude, ce météore va en augmentant, à mesure que sa course le rapproche des lieux où il se termine. On peut généralement admettre qu'à l'origine, le diamètre des cyclones n'excède guère 200 à 300 milles, au milieu de leur course 300 à 500 milles, et à la fin 500 à 600 milles; mais ce ne sont là que des chiffres approximatifs qui rencontrent très-souvent des exceptions.

» Le noyau central qui constitue véritablement l'ouragan, et pendant le passage duquel ont lieu tous les désastres, n'a guère plus de 250 milles de

diamètre, quelles que soient les limites extrêmes auxquelles atteigne le phénomène. Le baromètre ne baisse d'une manière marquée et continue qu'au moment où l'ouragan véritable s'est déclaré; le mouvement barométrique doit être alors à peu près le même pour tous les ouragans, et donner une mesure approximative de la distance au centre. Lorsque le baromètre baisse de $0^{mm},31$ en une heure, on peut se regarder comme étant à 24 lieues du centre; de $0^{mm},5$ à 21 lieues; de $0^{mm},6$ à 18 lieues; de $0^{mm},7$ à 15 lieues; de $1^{mm},0$ à 12 lieues; de $1^{mm},5$ à 9 lieues; de $2^{mm},0$ à 6 lieues; de $3^{mm},0$ à 3 lieues; de $4^{mm},5$ à 0. Ce moyen de reconnaître la distance au centre par la baisse barométrique en une heure ne peut servir qu'autant que l'on se trouve sur le passage du centre, ou tout auprès de son parcours; si l'on en est un peu éloigné, la baisse moyenne par heure n'est plus la même, et on ne peut pas en conclure la distance.

» A l'île de la Réunion, c'est au moins quatre jours d'avance que la première perturbation barométrique se remarque à l'approche d'un ouragan, et comme l'on accorde au météore une vitesse de translation de 150 à 200 milles en moyenne dans ces parages par vingt-quatre heures, on voit qu'il est alors à une distance de 600 à 800 milles lorsque le baromètre révèle sa présence. La marée diurne barométrique continue à se faire sentir, mais douze heures au moins avant les premières rafales on remarque une altération sensible dans ce phénomène; le baromètre baisse alors même à l'heure du maximum. L'examen du baromètre a fait reconnaître à M. Bridet un fait très-général, et qui n'est pas sans importance: c'est que si l'on tient compte du nombre d'heures que cet instrument met à baisser de 5 à 6 millimètres au-dessous de la hauteur qu'il indique au moment où sa dépression est bien réellement prononcée, c'est presque exactement après le même nombre d'heures que l'on se trouve au centre de l'ouragan. Cette remarque fait connaître approximativement quel sera le diamètre et la durée de l'ouragan, en admettant que l'on passe par le centre. Si la première partie est de vingt heures, par exemple, la seconde pourra être de quatorze à seize heures, car la seconde moitié de l'ouragan, après le passage du centre, est toujours plus courte que la première.

» Dans un pays de montagnes élevées, comme à l'île de la Réunion, on a pu facilement étudier si la marche du cyclone et le phénomène général qu'il présente sont modifiés par la rencontre de ces obstacles naturels. Quant à la course générale, on a reconnu qu'elle n'est influencée en aucune manière. On a des exemples nombreux de cyclones ayant frappé la Réunion,

et qui, plus loin, sévissaient à bord des navires sans qu'on pût remarquer la moindre altération, soit dans la vitesse de rotation, soit dans la manière dont les vents sont orientés. On a pu assez facilement se rendre compte de l'élévation peu considérable de ces météores au-dessus de l'horizon ; à l'île de la Réunion il arrive souvent que les cyclones ne dépassent pas en hauteur les montagnes qui dominent cette île. Ainsi, les ouragans n'ont guère plus de 3000 à 4000 mètres au-dessus de l'horizon, souvent même ils n'atteignent pas 3000 mètres. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le Ministre de l'Intérieur transmet un Mémoire de *M. Loir,* inspecteur des lignes télégraphiques à Saint-Étienne, Mémoire ayant pour titre : « Production gratuite d'électricité dans les usines. Courroies électrogènes ».

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Becquerel, Duhamel et Fizeau.

PHYSIQUE. — *Sur la loi de M. Regnault relative aux tensions maximums des vapeurs.* Note de **M. Ath. Dupré**, présentée par M. Bertrand.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Regnault, Bertrand.)

« M. Regnault a fait connaître à la page 655 du tome II de la relation de ses expériences, publié en 1862, une loi qui lie ensemble les tensions maximums de deux vapeurs différentes ; elle consiste en ce que, dans les formules à une exponentielle,

$$\log F = a + b\beta^t,$$

ou bien dans les formules à deux exponentielles,

$$\log F = a + b\beta^t + c\gamma^t,$$

la quantité β est indépendante de la nature de la substance et a pour logarithme $\bar{1},997$. Comme il ne s'agit que d'une loi de première approximation, l'emploi d'une exponentielle suffit, et, de plus, on peut appeler t la température donnée par le thermomètre à air, quoique M. Regnault ait pris généralement un point de départ autre que la température de la glace fondante ; cela change seulement la valeur de b. Afin de faire plus facilement usage

de la formule

$$(1) \qquad \log \frac{h}{h_0} = \mathrm{B} \frac{\alpha t}{1 + \alpha t} = \mathrm{A} \log (1 + \alpha t),$$

que j'ai démontrée dans mon premier Mémoire sur la théorie mécanique de la chaleur, je remplace F par $\frac{h}{h_0}$ et je détermine une des constantes par l'hypothèse $t = 0$, ce qui donne

$$(2) \qquad \log \frac{h}{h_0} = - b (1 - \beta^t).$$

En accentuant pour une autre substance considérée à la même température et éliminant β^t, on obtient la relation

$$(3) \qquad \log \frac{h'}{h'_0} = \frac{b'}{b} \log \frac{h}{h_0},$$

qui, appliquée à deux températures différentes, fournit par soustraction

$$(4) \qquad \log \frac{h'_1}{h'_2} = \frac{b'}{b} \log \frac{h_1}{h_2}.$$

L'équation (3) prouve que la loi de M. Regnault peut être énoncée ainsi :

» *Le rapport des logarithmes des quotients des tensions maximums de deux vapeurs prises à la même température par leurs tensions à 0° est constant, quelle que soit cette température.*

» L'équation (4) prouve qu'on peut remplacer la température fixe 0° par toute autre.

» Après avoir précisé de la sorte le sens de cette loi, je vais en donner une démonstration basée sur la comparaison de la formule employée par M. Regnault avec la mienne.

» Les équations (1) et (2) donnent l'identité

$$(5) \qquad - b (1 - \beta^t) = \mathrm{B} \frac{\alpha t}{1 + \alpha t} - \mathrm{A} \log (1 + \alpha t),$$

dont la dérivée

$$\beta^t . b \log_n \beta = \frac{\mathrm{BM}\alpha - \mathrm{A}\alpha (1 + \alpha t)}{\mathrm{M} (1 + \alpha t)^2}$$

fournit, quand on y fait successivement $t = 0$ et $t = 1$, les deux relations

$$b \log_n \beta = \frac{\mathrm{BM}\alpha - \mathrm{A}\alpha}{\mathrm{M}},$$

$$\beta b \log_n \beta = \frac{\mathrm{BM}\alpha - \mathrm{A}\alpha - \mathrm{A}\alpha^2}{\mathrm{M} (1 + \alpha)^2}.$$

L'élimination de b fait connaître de suite la valeur de β; elle est

$$(6) \qquad \beta = \frac{1}{(1+\alpha)^2}\left[1 - \frac{A\alpha}{BM - A}\right].$$

J'ai appliqué à l'acide sulfureux, à l'éther iodhydrique, au chloroforme, à la benzine, à l'éther bromhydrique, à l'éther chlorhydrique, à l'éther méthylique, au sulfure de carbone la formule (1); la loi qu'elle indique s'est très-bien vérifiée, et la valeur de $\frac{B}{A}$ a varié de 2 à 3, ce qui montre que la fraction $\frac{A\alpha}{BM - A}$ est très-petite. Cela résulte aussi de son expression au moyen des capacités, car j'ai prouvé précédemment que, dans les cas où il n'y a pas de changement appréciable dans l'arrangement moléculaire, on a

$$A = \frac{c' - Kc}{Kc - c} \quad \text{et} \quad BM - A = \frac{\alpha L_0}{Kc - c},$$

L_0 désignant la chaleur latente à 0°;
c la capacité vraie;
Kc la capacité à pression constante à l'état de vapeur;
c' la capacité à saturation à l'état liquide;
M le module pour passer des logarithmes népériens aux logarithmes ordinaires.

» La valeur de β peut donc être mise sous la forme

$$(7) \qquad \beta = \frac{1}{(1+\alpha)^2}\left[1 - \frac{c' - Kc}{L_0}\right],$$

et l'on voit encore que le second terme est si petit, qu'on a sensiblement

$$(8) \qquad \beta = \frac{1}{(1+\alpha)^2} = \frac{1}{(1,003644)^2}.$$

On en conclut

$$\log\beta = \bar{1},996844,$$

ce qui est bien la valeur, indépendante de la nature du liquide, trouvée par M. Regnault dans ses nombreuses applications. En la portant dans (5), faisant $t = 1$ et négligeant α^2, on trouve

$$-b = \frac{BM - A}{2M},$$

et la formule à une exponentielle devient

$$\log \frac{h}{h_0} = \frac{\mathrm{BM} - \mathrm{A}}{2\mathrm{M}}(1 - \beta^t) = \frac{\alpha \mathrm{L}_0}{2\mathrm{M}(\mathrm{K}c - c)}(1 - \beta^t). »$$

CHIMIE. — *Recherches sur les acides silicotungstiques*. Note de **M. C. Marignac**, présentée par M. Dumas.

(Commissaires, MM. Dumas, Pelouze.)

« Lorsqu'on fait bouillir, avec de la silice gélatineuse, la dissolution d'un tungstate acide de potasse ou de soude, il se dissout une certaine quantité de silice, la liqueur prend une réaction alcaline et renferme maintenant un acide dans lequel 1 équivalent de silice est combiné à 12 équivalents d'acide tungstique (SiO^2, $12\,WO^3$), et que j'appelle acide silicotungstique. C'est un acide énergique, d'une grande stabilité, facile à extraire de ses sels, formant deux hydrates en magnifiques cristaux, et dont la plupart des sels, très-solubles, cristallisent très-bien.

» Le tungstate acide d'ammoniaque, dans les mêmes circonstances, donne naissance à un autre acide, dans lequel 1 équivalent de silice est combiné à 10 équivalents d'acide tungstique (SiO^2, $10\,WO^3$); je l'appelle *acide silicodécitungstique*. Cet acide est beaucoup plus difficile à extraire de ses sels à l'état de pureté; il forme un hydrate qui n'est point susceptible de cristalliser, mais qui se dessèche en une masse vitreuse, cassante, très-déliquescente. L'extrême solubilité de la plupart de ses sels rend leur cristallisation difficile; ils paraissent d'ailleurs peu stables.

» L'acide silicodécitungstique lui-même est très-peu stable. Il est presque impossible de le dessécher sans le décomposer. Une très-petite quantité de silice se sépare, et l'on obtient ainsi un nouvel acide dans lequel la silice et l'acide tungstique se retrouvent exactement dans les mêmes proportions que dans l'acide silicotungstique, mais qui en diffère cependant sous tous les rapports; je lui donne le nom d'*acide tungstosilicique*. Il forme un hydrate très-soluble et même un peu déliquescent, mais dont on peut cependant obtenir des cristaux volumineux parfaitement déterminés. Il forme également une série de sels qui, malgré leur isomérie avec les silicotungstates, en diffèrent par leurs formes cristallines et les proportions d'eau de cristallisation. Ils paraissent en général plus solubles que les silicotungstates (qui le sont déjà à un haut degré), mais moins que les silicodécitungstates.

» Ces trois acides sont quadribasiques, en considérant comme sels neutres les sels à 4 équivalents de base qui se forment toujours quand on les fait agir sur les carbonates. Les sels les plus fréquents sont ceux à 2 ou à 4 équivalents de base; les premiers cristallisent en général plus facilement. Comme on peut le prévoir, d'après leur nature polybasique, ces acides ont une grande tendance à former des sels doubles. C'est ainsi que l'ammoniaque ne précipite point une dissolution de silicotungstate d'alumine, mais qu'au contraire l'alumine, de même que la magnésie, le carbonate de chaux, etc., se dissolvent aisément par l'ébullition dans une dissolution de silicotungstate d'ammoniaque.

» L'alcool dissout ces acides aussi facilement que l'eau. L'éther lui-même, parfaitement anhydre, a une grande affinité pour eux et les liquéfie, en formant un liquide sirupeux, limpide, insoluble dans un excès d'éther, miscible au contraire avec l'eau froide en toute proportion; mais ce mélange se trouble et laisse séparer l'éther par la chaleur.

» Les sels de ces acides étant très-solubles, et renfermant une proportion très-considérable d'acide tungstique, donnent lieu à des dissolutions remarquables par leur densité. Je citerai, par exemple, la dissolution du silicotungstate neutre de soude, dont la densité atteint 3,05, en sorte que le verre, le quartz et la plupart des pierres flottent sur ce liquide, d'ailleurs très-fluide.

» L'acide silicotungstique cristallise à la température ordinaire en gros octaèdres carrés, dont les angles diffèrent peu de ceux d'un octaèdre régulier, renfermant 29 équivalents d'eau de cristallisation, suivant la formule

$$SiO^2,\ 12WO^3,\ 4HO + 29Aq.$$

» Il commence à entrer en fusion vers 36 degrés, et est complétement liquéfié dans son eau de cristallisation à 53 degrés.

» Lorsqu'il cristallise à une température un peu plus élevée, ou à la température ordinaire en présence d'alcool, d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique, il forme un hydrate qui ne contient que 18 équivalents d'eau de cristallisation. Il se présente alors en cristaux dont l'apparence est celle de cubooctaèdres, mais qui proviennent réellement de la combinaison de deux rhomboèdres basés.

» Desséché à 100 degrés, cet acide retient, outre l'eau combinée, 4 équivalents d'eau de cristallisation. Chauffé à 220 degrés, non-seulement il a perdu ces derniers, mais il ne retient plus que 2 équivalents d'eau basique

qui paraissent seuls nécessaires à la constitution de cet acide. Il les retient encore jusqu'au delà de 350 degrés et n'éprouve aucune altération à cette température. Dans cet état, il s'échauffe fortement au contact de l'eau, se redissout et cristallise de nouveau sans avoir subi aucun changement. Ce n'est qu'à une température voisine de la chaleur rouge que le reste de l'eau est chassé, en même temps l'acide jaunit et devient insoluble, en se décomposant probablement en un mélange d'acide tungstique et d'acide silicique.

» L'acide tungstosilicique cristallise avec 20 équivalents d'eau de cristallisation, suivant la formule

$$12\,WO^3,\ SiO^2,\ 4\,HO + 20\,Aq.$$

» Ses cristaux appartiennent au système du prisme oblique non symétrique. Ils tombent en déliquescence quand l'air est humide. Sa décomposition par la chaleur suit les mêmes phases que celle de l'acide silicotungstique. Il offre la même stabilité; l'ébullition avec les acides, l'évaporation à siccité avec de l'eau régale, ne déterminent point sa décomposition.

» Je me suis appliqué à l'étude cristallographique d'un grand nombre de sels de ces acides. Cette étude ne pouvait m'amener à aucun rapprochement curieux avec d'autres combinaisons, puisque ces acides semblent appartenir à un type nouveau de composés. Toutefois la comparaison entre elles des formes d'un certain nombre de ces sels offre quelques résultats intéressants. On est frappé, dans cet examen, des analogies de forme incontestables qui se manifestent entre des composés dont il est difficile d'admettre l'isomorphisme. Ainsi les silicotungstates acides de baryte et de chaux offrent identiquement les mêmes formes que l'acide silicotungstique libre cristallisé à chaud. Il est vrai que les proportions d'eau de cristallisation sont les mêmes, en sorte que l'on pourrait à la rigueur y voir un exemple de l'isomorphisme de l'eau avec la chaux et la baryte. Mais il m'est impossible d'admettre cet isomorphisme, non-seulement parce qu'on n'en a jamais rencontré d'autre exemple, mais surtout parce qu'il paraît théoriquement impossible, la baryte et la chaux étant des bases à un seul atome de métal, tandis que l'eau renferme 2 atomes d'hydrogène.

» Plusieurs autres coïncidences de formes, observées par exemple entre des sels de soude différant complétement les uns des autres par les proportions de base et d'eau de cristallisation, me font croire que ces faits doivent être attribués à l'intervention d'une cause générale dont, d'ailleurs, je ne prétends point être le premier à indiquer l'influence, et à une extension

nécessaire du principe fondamental de l'isomorphisme posé par Mitscherlich. Je crois qu'il faut admettre que lorsque deux corps composés renferment un élément ou un groupe d'éléments communs, qui forme la plus grande partie de leur poids, ils peuvent être par cela seul isomorphes, quand bien même le reste des éléments, par lequel ils diffèrent, ne constituerait pas un groupement atomique semblable ou isomorphe, dans ces deux composés. . . . .

» Le beau Mémoire de M. Scheibler sur les métatungstates a déjà fourni un exemple remarquable de ce principe, car il a constaté que la plupart des sels de ce genre sont isomorphes, bien qu'ils renferment des proportions d'eau très-différentes quant aux nombres d'atomes qu'ils représentent, mais qui varient seulement entre 12 et 15 pour 100 du poids total de ces sels. Je crois encore qu'une grande partie des coïncidences de forme observées entre certains minéraux, dont la constitution atomique ne semble pas justifier l'isomorphisme, s'explique par cette simple cause, sans qu'il soit besoin pour cela de recourir à aucun des systèmes plus ou moins compliqués qu'ont imaginés dans ce but quelques minéralogistes.

» Si ce principe est vrai, comme je le crois, on voit qu'il faut garder une grande réserve quand on veut conclure l'isomorphisme de deux corps de celui de composés complexes dans lesquels ils peuvent entrer. Il prouverait aussi combien sont vains les essais tentés par quelques auteurs pour conclure la forme cristalline d'un composé de la seule considération du nombre des atomes des divers éléments qui entrent dans sa composition.

» J'ai dû exposer, dans le Mémoire que j'espère pouvoir publier sur ces sels, les raisons pour lesquelles il m'est impossible d'adhérer aux vues nouvelles récemment énoncées par M. Persoz, et au changement de formule qu'il propose pour l'acide tungstique. Mais il serait trop long d'aborder ici cette discussion, d'autant plus qu'elle ne roulerait sur aucun fait nouveau, mais seulement sur la valeur relative des analyses faites jusqu'à ce jour de composés parfaitement connus. » . . . .

GÉOLOGIE. — *Nouvelle Note sur les cavernes à ossements des environs de Toul;* *par* **M. Husson.**

(Commission précédemment nommée.)

« L'homme, ainsi que je crois l'avoir démontré dans mes Notes des 18 octobre, 22 novembre 1863 et 8 février 1864 (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 36, 51 et 274), a habité, dès la plus haute antiquité (mais postérieure-

ment au diluvium alpin) et durant une longue série de siècles, le plateau de la Treiche. Néanmoins, il ne m'avait pas été possible, jusqu'il y a trois mois, de trouver des traces de son existence primitive dans les cavernes situées en face du trou des Celtes : et cependant il était peu probable qu'il n'eût point fréquenté ces grottes, ou tout au moins celle du Portique. Aussi je résolus d'entreprendre de nouvelles recherches dont voici le résultat :

» 1° TROUS DE SAINTE-REINE. — *Trou du Portique.* — Au fond de cette grotte, à fleur de terre, existe un petit enfoncement comblé. J'enlevai les décombres qui l'obstruaient et, à peu près à hauteur d'homme, je me trouvai sur l'argile diluvienne plus ou moins remaniée. En cet endroit, la cavité n'est plus qu'une simple fissure, presque horizontale, du moins en apparence, assez étroite pour permettre seulement le passage du bras : de plus, elle se coude et on y remarquait une pierre verticale, enfoncée dans la terre et dont la présence n'était certainement pas due au hasard. A cette place encore se trouvaient les objets ci-dessous mentionnés : ossements nombreux et dents (1) appartenant aux genres ou aux espèces Hyène, Ours, Rhinocéros, Cerf, Renne? Bœuf, Cheval, Marmotte, etc. ; os paraissant apointis, os fendus en long et esquilles en provenant ; os rongés ; une pointe en bois de Cerf ; cendres et charbons dont un taillé en forme de tête et recouvert d'une sorte d'enduit stalagmitique dans ses entailles qui sont toutes transversales, double preuve que cet essai de statuaire n'est point de date récente ni un effet de la nature ; enfin, et toujours au même niveau, mais dans une encoignure où l'œil ne peut pénétrer, un débris de belle poterie rouge, d'époque romaine. Le tout était, pour ainsi dire, pêle-mêle, et quelques-uns des ossements formaient un conglomérat stalagmitique dans lequel se voient des cendres et des cailloux. Pour compléter cette description, je dois dire que les décombres qui obstruaient le trou et qui constituent l'aire de la grotte contenaient des silex taillés, d'origine locale, dont un est une ébauche de pointe de flèche.

» En sorte qu'ici, plus que partout ailleurs peut-être, on se croirait en droit de conclure, *à priori*, que le dépôt de tous ces divers ossements remonte à la même date. Mais il n'en est pas ainsi, et il y a une particularité qui le démontre aisément. Si on observe attentivement les parties habitables

(1) Pour la détermination de plusieurs de ces ossements, j'ai eu recours à l'obligeance de deux savants bien connus : MM. Godron, doyen de la Faculté des Sciences de Nancy, et Paul Gervais, doyen de la Faculté des Sciences de Montpellier.

de la plupart de nos cavernes, on voit que, primitivement, elles furent moins spacieuses qu'aujourd'hui : ainsi le sol de la grotte du Portique a été abaissé d'au moins $1^{m},50$ et, dans l'origine, la cavité aux Rhinocéros formait une sorte d'entonnoir vertical, à deux ouvertures, pleines de diluvium. Cela est si vrai, qu'une des deux ouvertures en est encore remplie. Les premiers habitants de la grotte ont vidé l'autre jusqu'à la fissure horizontale, c'est-à-dire précisément jusqu'au point du diluvium où j'ai trouvé les os fendus en long, les cendres, etc. ; et non-seulement ils se sont servis de cette cavité ellipsoïde, mais ils en ont augmenté la circonférence, dans la limite de leurs faibles moyens d'action : l'élargissement s'est continué sous l'âge de fer et même au commencement de l'époque gallo-romaine. De là, incontestablement, l'origine de tout ce qui rappelle l'homme dans le dépôt diluvien de cet emplacement. Voici deux autres circonstances à l'appui de mon opinion : 1° l'état des parois de la cavité ne laisse aucun doute sur le but de cet agrandissement, et les points où celui-ci cesse et commence indiquent assez que l'opération est de date postdiluvienne; 2° si l'état de conservation des os varie surtout suivant leur texture et le milieu dans lequel ils se trouvent, et si une différence d'altération ne prouve pas, à elle seule, une différence dans l'âge de deux fossiles, je n'ai pas dû, néanmoins, négliger d'établir cette comparaison, dans le cas actuel ; d'autant plus qu'il s'agissait de débris gisant dans le même sol. Or, par exemple, la pointe en corne de Cerf travaillée a, sans aucun doute, un cachet plus récent que les autres débris de Cerf d'origine probablement clysmienne.

» *Trou de la Fontaine.* — Personnellement, je n'ai rien trouvé de nouveau dans cette caverne; mais on s'entretenait, ces jours derniers, dans le monde savant, à Nancy, d'une découverte récente au sujet de laquelle un des deux jeunes et zélés explorateurs de qui elle émane (1) m'adressait le 20 avril les lignes suivantes, avec permission de les publier : « ..... Nous » venons de trouver dans le couloir indiqué page 277 des *Comptes rendus*, » t. LVIII, pêle-mêle avec des débris d'Ours, d'Hyène, etc., plusieurs silex » taillés, d'origine locale, une pointe de flèche en corne de Cerf, deux » os apointis, une esquille d'os à bords arrondis et polis par l'usage, etc., » ce qui constitue une nouvelle preuve de la coexistence de l'homme, dans » notre pays, avec l'Ours, l'Hyène, le Rhinocéros, etc..... » Cette découverte ne semblerait-elle pas plutôt confirmer l'opinion émise dans mes précédentes Notes sur les diverses et nombreuses causes d'erreur qu'on ren-

---

(1) MM. Gaiffe et Benoît fils, déjà cités dans ma Note du 8 février.

contre dans l'étude des couches clysmiennes et des cavernes (1)? Je n'ai pas vu les objets dont il s'agit; mais la Lettre ci-dessus était accompagnée d'un dessin, et la seule inspection des silex m'empêche de croire à leur origine antédiluvienne : ils sont de date très-ancienne, c'est incontestable; mais l'un d'eux a tout à fait la forme de l'ébauche citée tout à l'heure en parlant de l'aire de la grotte du Portique, et les trois autres rappellent les n°s 36; 49 et 51 des photographies que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie des Sciences. Or les échantillons que représentent ces images proviennent de la fabrique d'instruments en silex qui a existé sur le diluvium même du plateau de la Treiche (en face les trous de Sainte-Reine) et qui, par conséquent, était postdiluvienne, comme le prouvent du reste, et de la manière la plus incontestable, les nombreux débris qui recouvrent le sol. Le sommet du bois Sous-Roche, qui correspond à celui de la Treiche, en présente de semblables qui, par suite d'accidents de terrain, glissent même dans les fissures (2).

» 2° GROTTE DU GÉANT. — Ma découverte au trou du Portique me fit entreprendre la recherche de l'homme primitif sur plusieurs autres points de la vallée de la Moselle, et je commençai par la grotte du Géant. Située sur la rive droite de la rivière, à 5 kilomètres en amont des trous de Sainte-Reine, cette caverne constitue à peu près une simple chambre rappelant le trou du Portique et dont l'aire, comme là aussi, n'est point du diluvium, mais un composé de pierrailles et autres débris. J'y trouvai plusieurs os travaillés dont deux en forme de pointe de flèche; une dent canine non déterminée; une portion de mâchoire avec une molaire très-curieuse, également indéterminée; plusieurs autres ossements et des tessons de poterie plus ou moins ancienne. Dans une des encoignures, à 30 centimètres au-dessous de la surface de ces décombres, se trouvait un foyer renfermant de la cendre, des cailloux cassés et de la poterie grossière de l'époque celtique. Un autre petit coin, mais plus central, contenait aussi beaucoup de cendres.

» 3° TROU DE LA GROSSE-ROCHE (en aval de Toul, rive droite de la Moselle,

---

(1) Au nombre des causes déjà énumérées dans mes Notes précédentes, il y en a deux à ajouter par rapport aux trous de Sainte-Reine; ce sont : 1° les dépressions de terrain qui séparent le bois Sous-Roche de celui de Chaudeney; 2° et les infiltrations auxquelles donnent lieu les crevasses du Fullers-Earth.

(2) En fait de silex taillés, mais étrangers à notre localité, le trou des Celtes m'en a récemment fourni d'analogues à ceux très-étroits et minces que le Musée d'Histoire naturelle de Nancy vient de recevoir de l'Aveyron.

à environ 3 kilomètres au-dessous d'Aingeray). — Cette cavité n'a rien offert de curieux : un caillou, par suite de fractures dont quelques-unes émanent de l'homme, rappelle une tête de bête.

» 4° TROU DES FÉES (rive gauche de la Moselle, en face du précédent). — Objets trouvés : débris de charbon, ossements divers dont quelques-uns sciés, débris de poterie celtique ancienne, etc.

Conclusions.

» 1° Non-seulement ces nouvelles recherches corroborent mes Notes précédentes, mais elles sont une autre preuve de toute la part qui doit revenir à la géologie dans la solution de la question relative à l'homme fossile.

» 2° Dans les environs de Toul, c'est sur le territoire de Pierre et en particulier au plateau de la Treiche que l'homme primitif a laissé les plus nombreux souvenirs, mais il ne l'a pas exclusivement habité, car on en trouve des traces sur plusieurs autres points du cours de la Moselle, à travers l'arrondissement. En est-il de même jusqu'à l'embouchure de cette rivière, ainsi que dans la vallée de la Meuse avec laquelle nous communiquons par le val de l'Ane, et, dès lors, existerait-il une corrélation, quant au fait et à l'époque de l'habitation par l'homme, entre les cavernes de la Belgique et les nôtres? Tel est un autre et beau sujet d'étude, mais que ma position ne me permet pas d'entreprendre. »

PALÉONTOLOGIE. — *Age de l'Aurochs et âge du Renne dans la grotte de Lourdes (Hautes-Pyrénées).* Mémoire de MM. F. **GARRIGOU** *et* L. **MARTIN**, présenté par M. de Quatrefages. (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Valenciennes, de Quatrefages, Daubrée, Ch. Sainte-Claire Deville.)

« La grotte dite *des Espélugues*, à Lourdes, a été le sujet d'une description intéressante et fort détaillée, donnée, il y a deux ans, par M. Alphonse Milne Edwards, dans les *Annales des Sciences naturelles*. MM. Ed. Lartet et Alph. Milne Edwards, qui ont visité ensemble ce gisement paléontologique quaternaire, l'ont, après une étude minutieuse, rapporté à l'âge de l'Aurochs. Ces savants naturalistes ont aussi prouvé d'une manière certaine que l'homme avait habité la grotte pendant cette époque paléontologique.

» Nous venons nous-mêmes aussi de visiter ce gisement. De gros blocs calcaires, rapprochés les uns des autres vers l'entrée de la grande salle, reposent sur la couche de cailloux roulés. Entre ces blocs, et à la base sur-

tout, étaient des masses de cendres et de charbon dont on retrouvait aussi des indices dans différents points du dépôt général de la caverne.

» Des ossements, des mâchoires, des dents de divers Mammifères ont été retrouvés surtout dans la partie profonde du dépôt. La surface du sol déjà bouleversée ne nous a présenté que de très-rares débris, qui, à partir du second jour de nos recherches, ont été mis de côté avec soin, et que nous avons étudiés à part.

» Des quantités de silex taillés, des ossements et des bois de divers Cerfs travaillés et taillés en forme d'instruments et d'armes, quelques os sculptés gisaient pêle-mêle avec les cendres et le charbon. Quelques-uns ont été recueillis vers le niveau supérieur déjà remanié.

» Nous décrirons séparément ce qui revient au niveau supérieur exploré avant nous par M. Alph. Milne Edwards, et ce qui revient au niveau inférieur de ce gisement examiné par nous.

» 1° *Niveau supérieur.* Nous ne saurions mieux faire, pour donner la liste des divers Mammifères retrouvés dans cette partie supérieure du sol, que de rappeler ce qu'a écrit M. Alph. Milne Edwards. Il y a vu des restes de Renard, de Cheval, de Sanglier, de Cerf, de Chamois, de Bouquetin, de Renne, d'Aurochs, de Bœuf, de Taupe, de Campagnol, d'Oiseaux. Nous ajouterons à cette liste, pour la compléter, une Chèvre plus petite que le Bouquetin, plus grande que le Chamois, un Mouton de la taille de la Chèvre, sans doute. Les ossements de tous ces animaux sont cassés comme ceux du kjoekkenmodding de Danemark, des habitations lacustres de la Suisse et des cavernes de l'âge de la pierre de l'Ariége.

» Parmi ces pièces paléontologiques, quelques-unes, à la suite d'un examen attentif, nous ont fait penser que la domestication de certaines espèces était en usage pendant l'époque que nous étudions.

» Parmi les os cassés de la surface du sol, nous en avons vu qui ont été attaqués par des Rongeurs. Tout à côté, il nous a été aisé d'en trouver portant les traces des dents d'un Carnassier (d'un Chien, sans doute).

» Avec les débris que nous venons d'examiner, nous avons pu recueillir nous-mêmes, à 20 centimètres au-dessous de la surface du sol, un fragment de côte de Ruminant portant une sculpture d'un fini très-grand, et différant, sous ce rapport, des objets de même espèce trouvés à Bruniquel et dans les grottes du Périgord. Ce fragment est très-petit. Le dessin sculpté est une faible partie d'un ensemble plus considérable dont il nous est impossible de donner la signification. Une antenne d'insecte semble cependant être représentée par l'un des principaux traits de cette sculpture.

» Nous terminerons ce que nous avions à signaler pour cette partie supérieure du sol de la caverne, dont la description la plus complète revient à M. Alph. Milne Edwards, en disant que les gisements recueillis sur ce point nous semblent plus frais, moins altérés, moins colorés que ceux des couches inférieures. Ce dernier fait a vivement frappé les observateurs auxquels nous avons montré les résultats de nos fouilles.

» 2° *Niveau inférieur.* La liste des animaux retrouvés dans les couches inférieures de la caverne diffère peu de la précédente. Nous signalerons dans ce point : le Cheval, le Cerf commun, le Renne, l'Aurochs, un Bœuf plus petit que l'Aurochs, mais moins petit que celui retrouvé dans les couches supérieures, le Bouquetin, un grand Mouton, deux Rongeurs, quelques os d'Oiseaux. Les dents du Cheval sont plus abondantes que celles du Bœuf et du Renne; mais les ossements de ce dernier semblent plus nombreux que ceux des autres Ruminants.

» Tous ces os sont cassés comme ceux que l'on trouve dans les cavernes habitées par l'homme. Ils sont divisés dans leur diaphyse, les têtes seules sont entières. Tandis que les os de la surface sont gris blanc à leur pourtour, ceux de la partie basse du gisement sont colorés en rouge comme à Bruniquel, comme aux Lyzies, comme au May-d'Azil et à Izeste. Tandis que les premiers ne happent pas à la langue et contiennent véritablement de la gélatine, les seconds happent vivement à la langue et ne contiennent pas de gélatine.

» Pour nous rendre tout à fait compte de la vérité au sujet de la gélatine, nous avons fait brûler sur des charbons ardents deux fragments d'os, l'un provenant de la surface et qui a bientôt répandu une odeur empyreumatique insupportable, l'autre provenant du fond de nos tranchées et qui n'a pas donné naissance à la moindre odeur.

» Dans toute la hauteur de la couche que nous examinons, jusqu'à la surface des cailloux roulés, on trouve avec les ossements des silex taillés ainsi que des instruments et des outils en bois de Renne, en bois de Cerf commun et en os. Plus de quatre cents silex, taillés la plupart dans des formes grossières, nous ont permis de faire quelques divisions dans les types. On y voit :

» 1° Des couteaux;

» 2° Des grattoirs de diverses formes;

» 3° Des pointes de flèche grossièrement taillées et portant quelquefois une extrémité inférieure suffisamment longue pour être placée sur un manche;

» 4° Des haches taillées de petites dimensions, mais rappelant exactement la forme de celles du diluvium d'Abbeville et d'Amiens;

» 5° Des noyaux de silex desquels ont été détachés les instruments que nous venons de décrire.

» Plus de quatre-vingts objets en bois de Cerf, en bois de Renne et en os travaillés, ainsi qu'en os très-grossièrement sculpté, proviennent de nos fouilles dans ces couches inférieures.

» L'os sculpté représente, autant qu'on peut en juger, un poisson avec une nageoire ventrale et une queue bifide. Ici, l'art et l'artiste sont bien moins avancés que dans le cas précédent.

» Quant aux objets travaillés, nous les diviserons en deux catégories : objets grossièrement façonnés et objets d'un travail mieux fini.

» Cet ensemble d'objets nous rappelle d'une manière à peu près complète ce que nous avons déjà signalé dans la grotte d'Izeste (Basses-Pyrénées). Il nous paraît évident que les habitants de la grotte de Lourdes, contemporains des couches inférieures, et ceux de la grotte d'Izeste avaient une civilisation d'un degré à peu près égal, mais d'un degré inférieur à celle des habitants des cavernes du Périgord, de Bruniquel, etc.

» Si l'on revient maintenant sur les faits que nous venons de décrire, il sera aisé de voir que l'âge de la partie supérieure du sol de la caverne de Lourdes n'est pas le même que celui de la partie inférieure.

» L'examen que nous avons pu faire des quelques ossements recueillis dans les couches déjà explorées de la partie supérieure nous donne un résultat identique à celui que M. Alph. Milne Edwards a déjà fait connaître et auquel il est arrivé en compagnie de M. Lartet. Pour nous, par la présence de l'Aurochs, l'existence d'animaux domestiques, et la vue d'ossements rongés par un Chien, la conservation de la presque totalité de la gélatine dans les os, leur coloration peu foncée, la découverte d'un os très-finement sculpté, nous sommes amenés à reconnaître là un âge plus récent que celui des couches inférieures. Ce serait pour nous, comme pour MM. Lartet et Alph. Milne Edwards, l'*âge de l'Aurochs* dont l'homme aurait été le contemporain.

» Quant aux couches inférieures, il est évident pour nous, d'après la présence du Renne en abondance, ainsi que de la grande quantité de ses bois, d'après la grossièreté des objets travaillés, des silex taillés, du travail de sculpture, d'après la coloration rouge brun des os et d'après la disparition de leur gélatine et leur happement à la langue, il est évident, disons-nous, que nous avons affaire sur ce point à une époque plus ancienne que

la précédente. Ce serait là l'*âge du Renne*, pareil à celui que nous avons décrit dans la grotte d'Izeste.

» La grotte de Lourdes aurait donc fourni le premier exemple de la superposition directe de deux âges paléontologiques consécutifs de l'époque quaternaire, tels que notre savant et vénéré maître M. Lartet les a décrits. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations des étoiles filantes et des courants aériens.* Note de **M. Coulvier-Gravier**.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Babinet, Regnault, Faye, Delaunay.)

« Continuant nos observations d'étoiles filantes et autres phénomènes du même genre, nous venons aujourd'hui présenter à l'Académie les résultats suivants :

» 1° Une courbe polaire représentant du 1er janvier au 1er mai de cette année l'apparition des étoiles filantes, suivant les directions qu'elles ont accusées et la résultante calculée de toutes ces directions;

» 2° Une courbe représentant, pour la même époque de l'année, les perturbations que ces mêmes étoiles filantes ont rencontrées dans le parcours de leurs trajectoires et aussi la résultante de toutes leurs directions;

» 3° Une courbe représentant également pour la même période de l'année la marche des vents avec leur résultante.

» Nos précédentes communications et publications ont fait voir que la forme des courbes trouvée le 1er mai de chaque année se retrouve presque identique, au 31 décembre des mêmes années. On a donc un très-grand intérêt à connaître, le 1er mai de chaque année, la forme de ces courbes. Cette année, par exemple, on voit que s'il n'y avait pas eu de perturbations éprouvées par les étoiles filantes dans le parcours de leurs trajectoires, la résultante générale des vents se serait trouvée, comme la résultante des directions affectées par les étoiles filantes, vers le sud-sud-est. Mais comme on sait que du moment où des perturbations ont eu lieu, il faut y avoir égard, on ne s'étonne plus que la résultante des directions affectées spécialement par les vents n'est pas vers le sud-sud-est.

» En effet, la résultante des vents se trouve dans la région est. Ceci est une nouvelle preuve ajoutée à tant d'autres que les perturbations doivent être prises en sérieuse considération, puisqu'elles sont assez puissantes pour imprimer leur action sur les vents qui rasent la terre. Cela est tellement évident, qu'on ne trouve qu'un faible écart entre la résultante des

vents avoisinant l'est, du côté de l'est-nord-est, et la résultante des perturbations avoisinant également l'est, près de l'est-sud-est.

» Cet écart serait encore moins considérable, si nous avions des aides en nombre suffisant pour pouvoir observer pendant toute la durée des nuits, été comme hiver, et si nous avions de plus des stations auxiliaires, qui nous permettraient de parer aux inconvénients d'un ciel couvert à Paris, parce que bien souvent il serait clair ailleurs. On obtiendrait ainsi un bien plus grand nombre d'étoiles filantes, par conséquent de perturbations. Quoi qu'il en soit, avec nos moyens si restreints, les courbes que nous traçons les 1er mai au moyen des sommes d'étoiles filantes trouvées pour chaque direction et de la même manière, en ce qui concerne les perturbations et les vents, n'en sont pas moins presque semblables aux courbes tracées les 31 décembre. Et cependant, le nombre horaire des étoiles filantes est bien inférieur surtout à celui des six derniers mois de l'année.

» Nous nous bornons pour aujourd'hui à ces résultats assez concluants par eux-mêmes : nous dirons seulement qu'en 1860, les résultantes générales des perturbations et des vents se trouvaient le plus possible rapprochées de l'ouest. »

M. de Kericuff présente une Note qui se rattache à sa précédente communication « sur la répulsion des rayons solaires et le milieu résistant » (séance du 31 décembre 1861). Cette nouvelle Note, dont l'auteur dit avoir déjà adressé à l'Académie, en date du 2 mars, une copie qui n'est point parvenue à son adresse, a pour titre : *Constitution du milieu résistant.*

(Renvoi à l'examen des Commissaires précédemment désignés : MM. Faye et Delaunay.)

M. Prevet soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur l'emploi des graines du Caroubier pour la préparation d'une boisson destinée à remplacer le café, et qui se préparerait de la même manière.

Cette boisson, que l'auteur dit être d'un goût agréable même sans être sucrée, pourrait, suivant lui, remplacer avec avantage le café-chicorée, et, à part même la question d'économie, pourrait entrer dans l'alimentation des personnes qui trouvent le café trop excitant.

(Commissaires, MM. Brongniart, Bernard, Gay.)

M. Belhomme, qui avait précédemment entretenu l'Académie de ses re-

cherches sur le nœud vital, adresse aujourd'hui, à l'appui des assertions contenues dans sa Lettre du 11 avril dernier, quatre Mémoires imprimés, publiés en 1836, 1840, 1845 et 1848. Dans la nouvelle Lettre qui accompagne ces publications, l'auteur s'attache à faire ressortir ce que chacune renfermait de neuf au moment où elle a paru.

La Lettre avec les quatre Mémoires est renvoyée à l'examen des Commissaires précédemment désignés : MM. Coste, Bernard et Longet.

M. **Avrard** adresse de la Rochelle le Mémoire qu'il avait précédemment annoncé sur un instrument de chirurgie qu'il désigne sous le nom d'*hystéromètre dilatateur*.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. **le Ministre de l'Instruction publique** transmet l'ampliation d'un décret impérial en date du 20 avril dernier, par lequel l'Académie est autorisée à accepter le legs de 20 000 francs fait par feu *Mademoiselle Letellier*, pour la fondation d'un prix en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

M. G. **Dubois**, notaire à Paris, transmet un extrait du testament de feu *M. D.-V. Dalmont*, contenant une disposition faite par le testateur au profit de l'Académie des Sciences.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. le général **Morin** présente de la part de M. le général major *Konstantinoff*, de l'artillerie russe, un ouvrage intitulé : *Application des fusées au jet des amarres de sauvetage*, imprimé en français à Saint-Pétersbourg. On y remarque les passages suivants, relatifs à une fusée à deux âmes de l'invention de M. le général Konstantinoff, auquel on doit déjà la publication d'un bel ouvrage sur les fusées de guerre.

« La fusée contient deux âmes, dont la première ressemble en tout à l'âme d'une fusée ordinaire, et la seconde est disposée dans le massif. L'intervalle entre ces deux vides ne doit pas être moindre que l'épaisseur de la composition tapissant le cartouche autour du vide de la première âme de la fusée. Cette fusée, que nous appellerons à deux âmes, est fermée hermétiquement au bout opposé au culot percé d'évents.

» Le résultat de la disposition intérieure des fusées à deux âmes consiste en ce que, après la combustion de la composition qui enveloppe la première âme, la force motrice se complète par un nouveau développement de force engendré par la combustion de la composition autour de la seconde âme; tandis que dans une fusée ordinaire il n'y a que la section transversale du massif qui soit en ignition, ne donnant en réalité aucune force motrice appréciable par rapport à la course de la fusée, ainsi que nous avons eu l'occasion de le démontrer par de nombreuses expériences, en déterminant directement la force motrice des fusées, et les variations de son intensité, au moyen du pendule balistique à fusée qui nous est propre (*Lectures sur les fusées de guerre*, p. 174), et par des expériences au moyen du tir des fusées.

» Le système de deux âmes dans la fusée est également applicable aux fusées à baguette latérale et aux fusées à baguette centrale; mais c'est avec la baguette centrale que l'emploi nous en paraît surtout avantageux, à cause de la symétrie de la forme de la fusée, qui tolère une plus grande durée de la force motrice par rapport à la justesse du tir.

» La relation entre la longueur des âmes dans les fusées à deux âmes, la longueur à donner au massif entre les âmes et la détermination du meilleur dosage dans ce genre de fusées, présentent des problèmes qui exigent encore de nombreuses recherches. En outre, il reste à étudier les avantages qu'auraient pu procurer deux dosages, dont l'un, moins vif, pour la composition qui enveloppe la première âme, et l'autre, plus vif, donnant plus de gaz, pour la composition qui entoure la seconde âme.

» L'ensemble de toutes ces recherches au moyen du tir rasant, du jet des projectiles de différents poids à de grands angles d'élévation, et de notre pendule à fusée, assignerait peut-être une place importante aux fusées à deux âmes dans les différentes applications des fusées. Mais jusqu'à présent nous n'avons véritablement exploité cet heureux filon que dans son application aux fusées porte-amarre. Dans cette dernière application de la fusée à deux âmes, on peut ralentir autant qu'on le veut la fusée au départ, et en diminuer aussi la vitesse durant tout le temps de l'action de la force motrice dans une fusée ordinaire; et, au bout de ce temps, ou même après un délai plus ou moins long, selon la longueur du massif entre les deux âmes, temps pendant lequel la fusée serait en mouvement en raison de la vitesse acquise, produire un nouveau développement de force par un nouvel écoulement des gaz engendrés par la combustion de la composition autour de la seconde âme. Il s'ensuit que tout le temps de l'action de la

force motrice, sans compter celui où la fusée peut se mouvoir par suite de la vitesse acquise, sera doublé, dans notre fusée, comparativement à une fusée ordinaire.

» Pour prendre date, nous dirons que l'idée première des fusées à deux âmes nous est venue dès 1858, et que nous la développâmes alors dans un Rapport au chef de l'état-major de S. A. I. Mgr le grand-duc Michel, grand maître de l'artillerie, du 17 (29) décembre 1858, n° 57. En 1859, nous en fîmes le premier essai; mais ce n'est qu'en 1862 que nous nous appliquâmes à tirer un parti pratique de cette idée, pour établir une fusée porte-amarre en concurrence avec les fusées anglaises décrites plus haut.

» Dans ces conditions, le tir de la première fusée à deux âmes de 2 pouces faisait craindre que la fusée ne décrivît une trajectoire en zigzag, ou au moins ne produisît une irrégularité quelconque au passage de la combustion de la première âme à la seconde : aussi n'est-ce pas sans étonnement que nous vîmes apparaître à travers l'espace une trajectoire des plus régulières, d'une continuité parfaite, sans aucune variation brusque dans la vitesse de translation de la fusée, et, par conséquent, dans la force motrice qui en déterminait le mouvement. La trajectoire de la fusée à deux âmes diffère seulement beaucoup, pour l'aspect, de celle des fusées ordinaires à baguette centrale : ainsi, avec une portée beaucoup plus étendue, elle est moins élevée, et en ayant plus de courbure au départ de la fusée, elle est plus rectiligne dans sa partie intermédiaire, et moins inclinée par rapport à l'horizon dans sa période descendante, ce qui assure à la fusée, à son point de chute, un angle d'incidence moindre que ne l'est celui des fusées ordinaires à baguette centrale.

» La précision du tir de la fusée à deux âmes, tirée sans cordage, n'a pas été moindre que celle d'une fusée ordinaire à baguette centrale : aussi nous semble-t-il que cette fusée, dont la construction a été provoquée par le problème de la projection des amarres, est susceptible de nombreuses applications comme fusée à longue portée, fusée pour le tir rampant, fusée à chapiteau explosif pour détruire les travaux en terre, fusée à fougasse pour être tirée au travers des conduits souterrains des contre-mines, et, en général, dans toutes les occasions où les conditions de l'emploi des fusées exigent une force motrice soutenue durant un temps bien plus considérable que dans une fusée ordinaire, et cela avec une action continue ou avec un nouveau développement de force au bout d'un certain temps après la fin de l'action de la force motrice dans une fusée ordinaire. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Notice sur la comète de Halley et ses apparitions successives de 1531 à 1910; par* **M. G. de Pontécoulant.** (Suite.)

« Proposons-nous maintenant, à l'aide des résultats précédents et des éléments elliptiques déduits des observations de 1835, de déterminer l'époque du prochain retour de la comète à son périhélie et les éléments de son orbite à cet instant. Pour cela nous avons calculé les altérations du moyen mouvement diurne et de l'anomalie moyenne pendant la période qui s'accomplit en ce moment en ayant égard, comme pour la période précédente, aux actions des trois planètes Jupiter, Saturne et Uranus. Les éléments de la comète n'éprouveront que de très-legères altérations de la part des deux dernières planètes, mais l'action de Jupiter, au contraire, causera dans sa marche des dérangements considérables, en sorte qu'il eût été impossible d'énoncer rien de certain sur l'époque de sa prochaine apparition sans le secours du calcul.

» Les résultats que nous avons ainsi obtenus sont contenus dans le tableau suivant :

Altérations du moyen mouvement et de l'anomalie moyenne pendant la période de 1835 à 1910.

PÉRIODE.	INTERVALLE observé.	PLANÈTES perturbatrices.	ALTÉRATIONS du moyen mouvement diurne ou $\int dn$.	ALTÉRATIONS de l'anomalie moyenne ou $\int d\zeta$.
1835 à 1910	"	♃	+ 0″,15992504	+ 31562″,507
		♄	+ 0,00601020	— 129,588
		♅	+ 0,01053364	+ 106,703
		TOTAL......	+ 0,17646888	+ 31539,622

» Les résultats précédents fournissent toutes les données nécessaires pour fixer l'instant du prochain retour de la comète au périhélie. En effet, n^{IV} désignant le mouvement diurne au périhélie de 1835, nous avons trouvé plus haut $n^{\text{IV}} = 46'',4585987$. Si l'on nomme donc T^{IV} la durée inconnue de la révolution actuelle qui a pour expression $\frac{360^\circ - \int d\zeta}{n^{\text{IV}}}$, en remplaçant n^{IV} et

$\int dn$ par leurs valeurs, on aura :

$$T^{\text{IV}} = \frac{360^\circ - 31539'',622}{46'',4585987} = 27895^{\text{j}},80 - 678^{\text{j}},88 = 27216^{\text{j}},92,$$

ce qui, à compter du $16^{\text{j}},45$ novembre 1835, époque du dernier passage, donne le $24^{\text{j}},37$ mai 1910 pour l'instant du futur retour de la comète à son périhélie.

» Quant à la valeur du moyen mouvement diurne à cette époque, il aura pour expression $n^{\text{IV}} + \int dn$ ou, en substituant pour n^{IV} et $\int dn$ leurs valeurs :

$$46'',45859870 + 0'',17646888 = 46'',63506758,$$

d'où l'on conclura pour l'expression du grand axe qui lui correspond : 17,9554574.

» Cette valeur du demi grand axe est celle qu'il faudra employer dans le calcul des observations faites pendant la durée de la prochaine apparition de la comète et au moyen desquelles on pourra conclure celle des autres éléments de l'orbite.

» En comparant les résultats précédents à ceux qui sont rapportés dans le tableau p. 707, on voit que la prochaine révolution de la comète de Halley sera la plus courte de toutes celles qui ont été observées depuis son apparition de 1531, la première où les observations ont été assez précises pour fixer avec quelque exactitude l'instant du passage au périhélie. La durée de la révolution actuelle sera à peine de 74 ans et 6 mois, tandis que la durée moyenne des révolutions connues est de 76 ans environ. La dernière révolution accomplie, en 1835, avait été au contraire plus longue que toutes celles qui l'avaient précédée; il eût donc été impossible d'énoncer rien de certain sur la marche d'un astre aussi irrégulier sans le secours du calcul, et il était indispensable, par conséquent, d'entreprendre à l'avance cette recherche pour que les astronomes ne fussent pas surpris à l'improviste par le retour plus prompt qu'à l'ordinaire de cet astre si remarquable dans le système du monde.

» Il nous reste, pour compléter ce travail et fournir aux astronomes toutes les données nécessaires pour construire des éphémérides de la comète qui leur en facilitent la recherche lorsqu'elle reviendra dans le voisinage du soleil, à présenter les variations que subiront les autres éléments de l'orbite elliptique pendant la période que nous considérons, c'est-à-dire les altérations de l'excentricité, de la longitude du périhélie,

de celle du nœud ascendant et de l'inclinaison de l'orbite sur le plan de l'écliptique pendant l'intervalle qui s'écoulera entre les passages de 1835 et 1910.

» Les différentes quantités qui serviront à déterminer ces variations sont contenues dans le tableau suivant :

Altérations de l'excentricité, de la longitude du périhélie, de celle du nœud et de l'inclinaison pendant la période de 1835 à 1910.

PLANÈTES.	ALTÉRATION de l'excentricité $\int de$.	ALTÉRATION de la longitude du périhélie $\int d\omega$.	SIN φ SIN θ.	SIN φ COS θ.
♃	— 0,00529752	+ 263″,807	+ 0,00132191	— 0,00492949
♄	— 0,001104850	— 47,457	+ 0,00007149	— 0,00021277
♅	+ 0,000040625	— 18,044	+ 0,00000623	+ 0,00012608
TOTAL.....	— 0,005655833	+ 198,306	+ 0,00139963	— 0,00501618

» Dans ce tableau e représente l'excentricité, ω la longitude du périhélie, $\int de$ et $\int d\omega$ les variations de ces deux éléments pendant la période que l'on considère, φ désigne l'inclinaison de l'orbite mobile sur l'orbite de 1835 supposée fixe, θ la longitude du nœud de cette même orbite comptée sur le plan fixe, à partir du périhélie et dans le sens du mouvement de la comète.

» L'excentricité de l'orbite troublée sera $e + \int de$; cette excentricité d'après les résultats présentés dans le tableau p. 706 était de 0,9673890 à l'instant du passage en 1835 : on aura donc pour la valeur de la même quantité à l'époque du prochain retour de la comète au périhélie :

$$0,9673890 - 0,005655833 = 0,96173317.$$

» Au moyen des valeurs de sin φ sin θ et de sin φ cos θ, il est facile de conclure :

$$\theta = 164°24'36'' \qquad \varphi = 17'54''.$$

» On a d'ailleurs la distance du périhélie au nœud ascendant, en 1835, de 249°22′2″, d'où, en considérant le triangle sphérique compris entre les plans de l'orbite fixe et de l'orbite vraie de la comète et celui de l'écliptique, et en observant que nous avons trouvé $\int d\omega = + 198'',306$ pour la

variation du périhélie dans l'intervalle que nous considérons, il est facile de conclure par les règles de la trigonométrie :

Inclinaison de l'orbite troublée sur l'écliptique vraie.....	17°46′51″
Mouvement sidéral du nœud ascendant sur le même plan..	58′24″
Distance du nœud ascendant au périhélie en 1910.......	248°27′41″

» La longitude du nœud ascendant sur le plan de l'écliptique était en 1835 de 55°9′47″; si on ajoute à cette quantité la variation 58′24″ due à l'action des forces perturbatrices, et qu'on ait égard à la précession des équinoxes que nous supposerons de 1°2′22″ dans l'intervalle de 74 ans et demi, on aura :

Pour la longitude du nœud ascendant en 1910..........	57°10′33″
Pour le lieu du périhélie sur l'orbite....	305°38′14″

» En réunissant les résultats précédents on aura tous les éléments nécessaires pour calculer les positions successives de la comète à l'époque de son prochain retour au périhélie.

Éléments elliptiques de la comète de Halley au passage au périhélie de 1910.

Instant du passage au périhélie 1910 mai...........	16j,95
Excentricité....................................	0,96173317
Lieu du périhélie sur l'orbite....................	305°38′14″
Longitude du nœud ascendant......................	57°10′33″
Inclinaison de l'orbite à l'écliptique...............	17°46′51″
Demi-grand axe..................................	17,9554574
Moyen mouvement diurne.........................	46″,635068

Sens du mouvement rétrograde. »

PHYSIQUE. — *Note sur la charge résiduelle des condensateurs électriques;* par **M. J.-M. Gaugain.**

« Lorsqu'après avoir déchargé une bouteille de Leyde on l'abandonne à elle-même, et qu'au bout d'un certain temps on établit de nouveau une communication métallique entre les armures, tout le monde sait que l'on obtient une seconde étincelle moins forte que la première. Ce fait, généralement connu sous le nom de *décharge secondaire*, a été désigné par M. Faraday sous le nom de *charge résiduelle* (residual charge). J'ai adopté cette dernière dénomination en en modifiant un peu le sens, pour désigner non pas la quantité d'électricité qui s'échappe dans une seconde décharge, mais toute la quantité qui reste après la décharge primitive,

quantité qui peut donner naissance à une multitude de décharges secondaires successives.

» On explique généralement l'existence de la charge résiduelle en disant qu'une partie de l'électricité des armures pénètre lentement dans l'intérieur du diélectrique lorsque le condensateur est chargé et que cette portion lentement absorbée est restituée avec une égale lenteur. Mais cette explication ne peut certainement point s'appliquer aux expériences dont je vais parler; car ces expériences ont été établies dans des conditions telles, que l'électricité des armures ne peut se communiquer au diélectrique, et cependant la charge résiduelle a formé, dans certains cas, plus des trois quarts de la charge totale.

» J'ai opéré, comme dans mes précédentes recherches, sur des petits carreaux fulminants à armures mobiles; dans certains cas ces armures ont été directement appliquées sur le diélectrique, dans d'autres cas elles en ont été séparées par de petites lames d'air d'épaisseur invariable. Les résultats généraux ont été les mêmes avec l'une et l'autre disposition.

» Dans une première série de recherches, je me suis proposé de reconnaître suivant quelle loi varie la charge résiduelle lorsqu'on fait varier la durée de la charge, c'est-à-dire le temps pendant lequel le condensateur mis en expérience reste en communication avec la source électrique; je suppose que la tension de cette source est invariable, ainsi que la durée de la décharge. Celle-ci a toujours été une fraction de seconde, la même dans toutes les expériences. Les observations ont été dirigées de la manière suivante :

» 1° L'armure inférieure du carreau fulminant sur lequel j'opère étant en communication avec le sol, je fais communiquer pendant un temps déterminé l'armure supérieure avec la source de tension constante; le condensateur une fois chargé, je détache l'armure supérieure et je mesure sa charge totale par la méthode à laquelle j'ai donné le nom de *jaugeage*.

» 2° Après cette première opération, et lorsque le diélectrique est revenu à l'état neutre, je charge de nouveau le condensateur pendant le même temps que la première fois, puis je le décharge immédiatement en établissant une communication d'un instant entre les armures; cela fait, j'enlève l'armure supérieure et je jauge la quantité d'électricité qu'elle conserve; cette quantité représente la charge résiduelle d'après la définition donnée plus haut.

» Lorsqu'on répète cette double série d'opérations sur un même condensateur, en donnant successivement des valeurs diverses à la durée de la

charge, on arrive à ce résultat très-simple : que la différence entre la charge totale et la charge résiduelle reste constante. Cette différence, qui représente la quantité d'électricité disparue dans une décharge instantanée, est précisément égale à la charge totale instantanée; je désigne ainsi la quantité d'électricité que recevrait l'armure influençante, si le condensateur, complétement déchargé, était mis en rapport avec la source électrique pendant un petit intervalle de temps égal à celui qui a été employé pour la décharge. Cette loi a été vérifiée par un grand nombre d'expériences et sur des diélectriques très-différents. J'ai successivement opéré sur des disques de gomme laque, d'acide stéarique et de gutta-percha et sur un gâteau de fleur de soufre humectée d'huile d'œillette; je vais citer les résultats obtenus dans une série d'expériences exécutée sur ce dernier diélectrique.

Durée de la charge.	Charge totale.	Charge résiduelle.	Différence.
Une fraction de seconde.	26	»	26
2 minutes.	44	18	26
4 »	49	23	26
8 »	55	28	27
16 »	59	33	26

» La différence entre la charge totale et la charge résiduelle a été sensiblement la même pour toutes les durées de charge et égale à 26, nombre qui représente précisément la charge totale instantanée.

» Bien que l'observation seule m'ait fait apercevoir cette relation, il est aisé de reconnaître *à priori* qu'elle doit exister si les corps dits isolants sont généralement formés, comme j'ai été conduit à l'admettre, de plusieurs éléments doués de conductibilités très-différentes.

» Dans les expériences que j'ai citées tout à l'heure le condensateur était chargé pendant un temps plus ou moins long, mais toujours déchargé immédiatement après qu'on l'avait séparé de la source électrique. Dans une autre série de recherches le condensateur a toujours été chargé pendant le même temps et toujours déchargé pendant la même fraction de seconde, mais la décharge a été séparée de la charge par des intervalles de temps plus ou moins longs; ce genre d'observations me paraît très-propre à mettre en évidence la véritable origine de la charge résiduelle.

» Je vais citer les résultats d'une série d'expériences dans laquelle la durée de la charge a été limitée, comme celle de la décharge, à une fraction de seconde; le diélectrique était un disque de gomme laque de 6 millimètres d'épaisseur.

» 1° Le condensateur a été chargé et jaugé immédiatement après; la charge totale a été 45.

» 2° Le condensateur, après avoir été chargé, a été abandonné à lui-même pendant 15 minutes et jaugé au bout de ce temps; la charge totale a encore été 45.

» 3° Le condensateur a été déchargé immédiatement après avoir été chargé; la charge résiduelle a été nulle.

» 4° Enfin le condensateur a été déchargé à 15 minutes, après avoir été chargé; la charge résiduelle a été 27.

» Les expériences 1° et 2° prouvent bien clairement que dans l'intervalle de 15 minutes l'armure jaugée ne perd rien de sa charge et que, par conséquent, il n'y a point d'absorption sensible exercée par la gomme laque, et cependant il résulte des expériences 3° et 4° que dans cet intervalle de 15 minutes la charge résiduelle s'est élevée de zéro à 27. Cet accroissement de la charge résiduelle ne peut dépendre que d'une répartition différente de l'électricité dans l'intérieur du diélectrique. Quand la charge n'a été maintenue que pendant un instant, les parties du diélectrique qui possèdent une grande conductibilité participent seules à la transmission de l'influence, et comme un instant suffit pour les polariser, un instant suffit pour les ramener à l'état neutre. Quand au contraire l'appareil est resté chargé pendant un temps suffisamment long, les éléments doués d'une faible conductibilité entrent en jeu, et comme ils ne peuvent être ramenés à l'état neutre dans un instant très-court, ils conservent après la décharge presque toute l'électricité qu'ils possédaient auparavant; cette électricité retient une portion de l'électricité de nom contraire qui se trouve accumulée sur l'armure.

» La charge résiduelle, comme on le voit, ne dépend pas d'une faculté d'absorption qui appartiendrait spécialement aux corps isolants, elle dépend simplement des mouvements électriques qui s'opèrent dans l'intérieur de ces corps en vertu de leur conductibilité. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la persistance du pouvoir fécondant dans le pollen; par* **M. Belhomme.**

« L'étude pratique de la conservation du pollen n'ayant pas encore été tentée, l'Académie accueillera, je l'espère, avec indulgence les observations que j'ai faites depuis plusieurs années à ce sujet. Ce sont des observations qui demandent beaucoup de temps et de précision, et je ne présente celles-ci

que comme de premières études qui devront être continuées avec persévérance si l'on veut arriver à toute l'exactitude désirable. Le pollen joue aujourd'hui un grand rôle dans les fécondations artificielles, les hybrides, etc. Il était donc urgent que cette question fût mise à l'ordre du jour pour y fixer l'attention des savants.

» Le premier soin à prendre, pour la conservation du pollen, commence avec la récolte, qui doit se faire par un temps sec en prenant les anthères au moment où la déhiscence est prête à s'opérer; on le reconnaît à ce que l'anthère prend généralement une teinte plus foncée. Ces anthères sont mises en bouteilles, bien bouchées et cachetées; puis, les bouteilles doivent êtres mises dans un cabinet ou une cave bien sèche, où la température ne s'élève pas au-dessus de 6 à 8 degrés centigrades. On doit éviter une lumière vive qui ferait gonfler les grains de pollen et nécessiterait leur infécondité.

» On sait que les grains de pollen sont généralement composés de deux membranes, l'une externe (exine) et l'autre interne (intine); c'est entre ces deux membranes qu'existe la fovilla (liquide entremêlé de granules). Quand ce liquide et ces granules se dessèchent, la fécondation paraît ne plus s'effectuer.

» On distingue très-bien à l'œil nu si les grains de pollen possèdent encore leur puissance fécondatrice, en les isolant sur la main; s'ils sont secs et ne tiennent plus sur la peau, s'ils se désagrégent et tombent à terre comme de la poussière, ils sont profondément altérés. Le pollen qui conserve encore ses propriétés de fécondation, de même que le pollen frais, tient sur la peau et est légèrement humide.

» Voici la liste de quelques familles et genres sur lesquels j'ai opéré :

Lilium candidum, Lin. .... *Tulipa sylvestris*, Lin.	Liliacées, cinq et six années.
Canna indica, Lin.	Musacées, six ans.
Arum maculatum, Lin.	Aroïdées, deux ans.
Alstrœmeria aurantiaca, Swet. .... *Amaryllis longiflora*, Lin.	Amaryllidées, quatre et six ans.
Cynoglossum officinale, Lin. .... *Nonnea nigricans*, D. C. .... *Nemophila parviflora*, Dougl.	Borraginées, une année.
Nicotiana auriculata, Agardt. ..... *Nicotiana rustica*, Lin. .... *Datura tatula*, Lin. .... *Datura stramonium*, Lin.	Solanées, deux ans.

Malva mauritiana, Lin		Malvacées, deux ans.
Malva sylvestris, Lin		
Lavatera trimestris, Lin		
Hibiscus trionum, Lin		
Hibiscus syriacus		
Brassica oleracea, Lin		Crucifères, trois ans.
Sinapis alba, Lin		
Passiflora edulis, Lin		Passiflorées, deux ans.
Passiflora gracilis, Link		
Mamillaria rhodantha, Link		Cactées, trois ans.
Mamillaria stellata, Haw		
Echinocactus Ottonis, Lehm		
Echinocactus multiplex, Hort		
Echinocactus sulcatus, Hort		
Heracleum persicum, Stew		Ombellifères, un an.
Smyrnium olusatrum, Lin		
Daucus carota, Lin		
Leptospermum baccatum, Smith		Myrtacées, un an.
Metrosideros lophanta, Vent		
Pommiers.	Belle-Dubois	Rosacées, deux ans.
	Paradis	
Poiriers.	Duchesse d'Angoulême.	
	Passe-Colmar	
	Bezy-Chaumontel	
Lupinus polyphyllus, Dougl		Légumineuses, deux ans.
Pisum thebaïcum, Willd		
Vicia picta, Fisch		
Lathyrus latifolius, Lin		
Ononis fruticosa, Lin		

» Il résulte de ces légères données que généralement, dans les Dicotylédones, les grains de pollen peuvent conserver leur propriété fécondatrice, dans certaines conditions, pendant une durée d'un an à trois ans au plus; car l'observation de trois années ne porte que sur deux familles : Cactées et Crucifères; tandis que dans les Monocotylédones, la durée de conservation va jusqu'à six ans. M. Perrottet, aux colonies, a conservé des grains de pollen du Dattier (*Phœnix dactylifera*, Lin.), je crois me rappeler, huit ou neuf ans.

» En présentant ce faible résumé à l'Institut de France, j'ai pensé intéresser la Botanique, l'Agriculture et l'Horticulture; si ces données peuvent rendre un service, mon but sera rempli. »

M. **Argenti** adresse de Bucharest les énoncés de divers théorèmes de Géométrie dont il offre d'adresser plus tard les démonstrations si l'Académie les juge dignes d'intérêt.

(Renvoi à l'examen de M. Serret, déjà désigné pour de précédentes communications du même auteur.)

M. **Noiret** présente une Note sur l'aérostation.

(Commission des Aérostats.)

La séance est levée à 5 heures et demie. E. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 25 avril 1864 les ouvrages dont voici les titres :

Carte géologique du Doubs, rédigée par MM. Boyer et Resal, et publiée aux frais du département sous l'administration de M. Pastoureau, préfet. 6 feuilles format atlas.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Caen. Caen, 1863; in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles du département d'Ille-et-Vilaine; t. Ier, 1re livraison. Rennes, 1863; br. in-8°.

Le magnétisme appliqué à la médecine; par Gérard. Paris, 1864; br. in-12.

Du royaume fort riche de Tchin-la ou du Cambodge près Saïgon et de l'importance de son occupation; par le chevalier de Paravey. (Extrait des *Annales de la Légion d'honneur.*) Paris, 1864; br. in-4°.

M. W. Haidinger fait hommage à l'Académie de plusieurs Mémoires et Notes en allemand et en anglais, concernant la question des aérolithes. En voici le détail :

Aérolithe de Kakova. Analyse par *Wœhler.* — Aérolithe d'Aussun. — Hraschina, chute de fer météorique. — *Schmidt* et *W. Haidinger* (bolides). — Bokkeveld, aérolithe. — Bokkeveld, analyse de Wöhler. — Shalka, aérolithe. — Calcutta (aérolithes de Allahabad). — Saint-Denis-Westrem, aé-

rolithe. — Tula, fer météorique. — Nebraska, fer. — Coup d'œil général, en anglais. — Parnallee I, aérolithe. — Elmira, bolide double. — Melbourne, fer. — Parnallee II. — Melbourne II (Dandenong). — Oregon, fer. — Nellore, aérolithe. — Dhurmsala, aérolithe. — Queues d'étoiles filantes, par *M. Jules Schmidt*, et observations par *W. Haidinger*. — Montpreis, chute d'aérolithe. — Melbourne III (Cranbourne). — Quenggouk, aérolithe. — Liste d'aérolithes du cabinet impérial de 1862. — Gorukpur, chute d'aérolithes. — Kurrukpur, fer non météorique. — Stannern, aérolithe. — Sarepta, fer météorique. — Étoiles filantes du mois d'octobre 1862. — Bachmut, aérolithe, et analyse par *M. Wœhler*. — Albareto, aérolithe. — Liste de 1863. — Parnallee III. — Parnallee, analyse par *M. Pfeiffer*. — Une étoile filante du 10 août 1863. — Tucson, Arizona, fer météorique. — Brochures in-8°.

Denkschriften... *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Vienne* (*classe des Sciences mathématiques et naturelles*), t. XXI. Vienne, 1863; vol. in-4°.

Sitzungsberichte... *Comptes rendus des séances de l'Académie impériale des Sciences de Vienne;* t. XLVI, 4e et 5e livraisons; t. XLVII, livraisons 1 à 5; t. XLVIII, livraisons 1, 2 et 3 (Sciences mathématiques); t. XLVI, livraisons 3, 4 et 5; t. XLVII, livraisons 1 à 5; t. XLVIII, livraisons 1 et 2 (Sciences naturelles). Vienne, 1863; in-8°.

Trabalhos... *Travaux de l'Observatoire météorologique de l'infant don Luis à l'Ecole Polytechnique de Lisbonne.* 9e année, 1863. Lisbonne, 1864; in-folio.

Intorno... *Sur un problème indéterminé.* Lettres adressées par M. V.-A. Lebesgue et par M. Angelo Genocchi au prince Boncompagni. (Extrait des *Annali di Matematica pura ed applicata.*) Rome, 1864; in-4°.

Nuove ricerche... *Nouvelles recherches de Géométrie pure; par* M. L. CREMONA; br. in-4°.

Osservazioni... *Observations nosologiques sur la gomme (maladie) des citronniers; par* Giacomo CESAREO. Messine, 1864; br. in-8°.

Boletin... *Bulletin de la Société Mexicaine de Géographie et de Statistique,* t. IX, n° 6. Mexico, 1863; in-4°.

L'Académie a reçu dans la séance du 2 mai 1864 les ouvrages dont voici les titres :

Etudes sur les eaux thermales de la Tunisie; par M. le Dr GUYON. Paris, 1864; br. in-8°.

Gouvernement général de l'Algérie. État actuel de l'Algérie publié d'après les documents officiels, par ordre de S. Exc. le maréchal Pélissier, duc de Malakoff, sous la direction de M. Mercier-Lacombe, 1863. Paris, 1864; in-8°.

Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis; auctore ALPHONSO DE CANDOLLE; pars decima-quinta, sectio prior. Parisiis, 1864; vol. in-8°.

Observations sur les principaux éléments du terrain quaternaire, sur les théories proposées pour en expliquer la formation, et sur l'âge de l'argile à silex; par M. HÉBERT. (Extrait du *Bulletin de la Société Géologique de France,* t. XXI.) Paris; br. in-8°.

Sur la viticulture du sud-est de la France; par le Dr Jules GUYOT. Paris, 1864; br. in-8°. 2 exemplaires.

Matériaux pour la paléontologie suisse, ou Recueil de monographies sur les fossiles du Jura et des Alpes; publié par F.-J. PICTET. 3e série, livraisons 14-16. Genève, 1864; in-4°.

Essai sur l'histoire des ferments, de leur rapprochement avec les miasmes et les virus; par le Dr Ch. DE VAURÉAL. Paris, 1864; in-8°.

Suite des recherches sur la localisation de la folie; par le Dr BELHOMME. Paris, 1836; in-8°.

Troisième Mémoire sur la localisation des fonctions cérébrales et de la folie, suivi d'un *Mémoire sur le tournis, considéré chez les animaux et chez l'homme; par* le même. Paris, 1839; in-8°.

Quatrième et cinquième Mémoires sur la localisation des fonctions cérébrales et de la folie; par le même. Paris, 1845; 2 vol. in-8°.

(Adressés par l'auteur comme pièces à l'appui d'une réclamation mentionnée au *Compte rendu* de la séance du 11 avril 1864, et renvoyée à la Commission nommée à cette occasion.)

Sur quelques propriétés générales des polygones réguliers; par M. G. VANDER MENSBRUGGHE. (Extrait des *Bulletins des l'Académie Royale de Belgique;* t. XVII.) Bruxelles, 1 feuille in-8°.

Rapports présentés à la Société impériale d'Agriculture, d'Histoire naturelle et des Arts utiles de Lyon, au nom de la Commission des soies, sur ses travaux

en 1860, 1861, 1862 *et* 1863. (Extrait des *Annales de la Société.*) Lyon, 1861 à 1864; 4 br. in-8°.

Application des fusées au jet des amarres de sauvetage; par le général major KONSTANTINOFF, directeur de la fabrication et de l'emploi des fusées de guerre en Russie. Saint-Pétersbourg, 1863; vol. in-8°, avec atlas in-4°.

Memorie... *Mémoires de l'Observatoire du Collége Romain.* Nouvelle série, t. II (de 1860 à 1863), publiés *par* le P. Angelo SECCHI, directeur de cet Observatoire. Rome, 1863; in-4°.

Statistica... *Statistique du royaume d'Italie. Population. Recensement général* (31 décembre 1861), *fait par les soins du Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce.* Turin, 1864; in-4°.

Iperostosi... *Hypérostose scrofuleuse céphalo-vertébrale et cephalo-sclérose rachitique; par* le Cav. P. GADDI, directeur du Musée anatomique de l'Université de Modène.

M. Cl. Bernard est invité à prendre connaissance de cet ouvrage et à en faire l'objet d'un Rapport verbal.

Dell' itterizia... *De l'ictère ou infection bileuse du sang* (*cholémie*); *par* le Dr Giacinto NAMIAS, recueilli d'après ses leçons cliniques faites à l'École pratique de Médecine et de Chirurgie de l'hôpital civil de Venise. (Extrait du *Journal vénitien des Sciences médicales*, t. XXII.) Venise; br. in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1864.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; 1er semestre 1864, nos 14 à 17; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT, REGNAULT; avec la collaboration de MM. WURTZ et VERDET; 4e série, mars 1864; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; t. XXIII, nos 6 et 7; in-8°.

Annales forestières et métallurgiques; t. III, n° 3, mars 1864; in-8°.

Annales médico-psychologiques; mars 1864; in-8°.

Annales de la Société d'hydrologie médicale de Paris; comptes rendus des séances; t. X, 7e livraison; in-8°.

Atti della Società italiana di Scienze naturali; vol. VI, fasc. I (f. 1 à 3). Milan; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; t. XXI, feuilles 1 à 5; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 75. Genève; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; t. XXIX, n°s 12 et 13; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; mars 1864; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; année 1864; t. VII, n° 1; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; 10e année, avril 1864; in-8°.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France; t. XVIII, n° 3; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale; t. X, 2e série, février 1864; in-4°.

Bulletin des travaux de la Société impériale de Médecine de Marseille; 8e année, n° 2, avril 1864; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; t. XVII, n° 2; in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers; janvier et février 1864; in-8°.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale; t. IX, 1re livraison; in-8° avec Atlas in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del Collegio Romano; vol. III, n° 3. Rome; in-4°.

Cosmos. Revue encyclopédique hebdomadaire des progrès des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie; 13e année, t. XXIV, n°s 14 à 18, et Table du t. XXIII; in-8°.

Catalogue des Brevets d'invention; n° 11; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; 37e année, n°s 37 à 51; in-8°.

Gazette médicale de Paris; 34e année, t. XIX, n°s 14 à 18; in-4°.

Gazette médicale d'Orient; 7e année, mars 1864; in-4°.

Il Nuovo Cimento.... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* t. XVIII, juillet à octobre 1863. Turin et Pise; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; 28e année, 1864, n°s 7 et 8; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; t. X, 4e série, avril 1864; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; t. X, mars 1864; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; 23e année, avril 1864; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; 31e année, 1864, nos 9 à 12; in-8°.

Journal d'Agriculture de la Côte-d'Or; novembre 1863. Dijon; in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; 2e série, janvier 1864; in-4°.

Journal de la Section de Médecine de la Société académique du département de la Loire-Inférieure; vol. XXXIX, livraisons 209 et 210; in-8°.

Journal des fabricants de sucre; 5e année, nos 1 et 2; in-4°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; mars 1864; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne*; année 1864, n° 9; 1 feuille d'impression in-8°.

L'Abeille médicale; 21e année, nos 14 à 17; in-4°.

L'Agriculteur praticien; 2e série, t. V, nos 6 et 7; in-8°.

L'Art médical; 9e année, t. XVII, avril 1864; in-8°.

L'Art dentaire; 8e année, mars 1864; in-12.

La Médecine contemporaine; 6e année, nos 7 et 8; in-4°.

La Science pittoresque; 8e année; nos 49, 50 et 51; in-4°.

La Science pour tous; 9e année; nos 18 à 22; in-4°.

Le Courrier des Sciences et de l'Industrie; 3e année; t. I, nos 14 à 17; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; 5e année, nos 2 et 3; in-4°.

Le Gaz; 8e année, n° 2; in-4°.

Le Technologiste; 25e année; avril 1864; in-8°.

Les Mondes... Revue hebdomadaire des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie; 2e année, t. III, livr. 13 à 17; in-8°.

Magasin pittoresque; 32e année; avril 1864; in-4°.

Montpellier médical : Journal mensuel de Médecine; 7e année; avril 1864; in-8°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse*; août à décembre 1863. Berlin, in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres*; vol. XXIV, n° 5; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; 2e série, t. III; avril 1864; in-8°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; vol. V, n° 10; in-8°.

Presse scientifique des Deux Mondes; année 1864, nos 7 et 8; in-8°.

Revue maritime et coloniale; t. X, avril 1864; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; t. XX, mars 1864; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; 31ᵉ année, 1864; nᵒˢ 7 et 8; in-8°.

Revue de Sériciculture comparée; 1864, nᵒˢ 2 et 3; in-8°.

Revue viticole; 6ᵉ année; mars 1864; in-8°.

Società reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; 3ᵉ année, mars 1864. Naples; in-4°.

The American Journal of Science and Arts; vol. XXXVII, mars 1864; in-8°.

The journal of the royal Dublin Society; n° 30, juillet 1863; in-8°.